

PATENT ABSTRACT OF JAPAN

(11)Publication No. : 1996-077640

(43)Date of publication of application: 1996. 3. 22

(21)Application No. : 1995-065547

(22)Date of filing : 1995. 3. 24.

(54) Title: HIGH DENSITY INFORMATION RECORDING/REPRODUCING METHOD

(57) Abstract

PURPOSE: To realize a surface density not less than 10 Gbit/sq.in. by a method wherein the recording/reproduction of fine marks which overcomes the optical diffraction limit is achieved by using presently available light source, optical devices and recording/reproducing technology.

CONSTITUTION: A laser beam with a wavelength of 532nm is emitted from a reproduction light source SHG 300 and converged into one direction by a cylindrical lens 303 through a slit 302. The converged beam is inputted to an A/O modulator 304. The transmitted diffracted beam is converted into a beam having an original beam diameter by a cylindrical lens 305 and the beam is converted into a beam having a diameter, for instance, 3 times the original diameter by a beam expander 307 through a slit 306. The light path of the converted light beam is bent by a deflection mirror 309 and a return mirror 310 and the light beam is inputted to a diffraction lattice 311. The beam is divided into three light beams, i.e., 0-order beam and ± 1 order diffracted beams, by the diffraction lattice and, after passing through a superresolution optical filter 308, enters a light path synthesizing prism 312. Then, the beam is emitted toward a moving optical system 320 which is moving on an optical disc 398 through a return mirror 318 and a light beam splitting prism 319.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-77640

(43) 公開日 平成8年(1996)3月22日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B 11/10	5 8 6 A	9296-5D		
	5 0 6 P	9075-5D		
	Q	9075-5D		
	5 6 1 F	9296-5D		
7/00	Q	9464-5D		

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 37 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平7-65547

(22) 出願日 平成7年(1995)3月24日

(31) 優先権主張番号 特願平6-55419

(32) 優先日 平6(1994)3月25日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平6-150795

(32) 優先日 平6(1994)7月1日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 杉山 久貴

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 前田 武志

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 宮本 治一

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

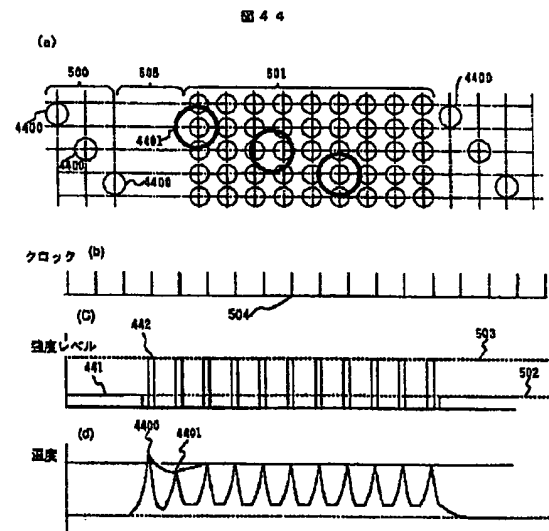
(54) 【発明の名称】 高密度情報記録再生方法

(57) 【要約】

【目的】 情報を光学的に記録し再生する記録再生方式において、現状記録密度の約1桁以上の記録密度である10 Gbit/in²を実現することを目的とする為に、再生時のSNを向上させる。

【構成】 記録スポットサイズに比較して4分の1以下の微小マークを安定に形成する媒体と、該マークを2次元格子点上に配置し、該格子点からの信号を読みだし隣接マークからの干渉を除去する信号検出からなり、再生時において、格子点でパルス照射を行ない、反射光を検出しデータ再生を行なう。

【効果】 膜面の温度を上昇させずに再生パワーを上げることができ、ディスクノイズリミットまでSNを向上させることができるので、その結果、現状記録密度の約1桁以上の記録密度である10 Gbit/in²を現状技術により容易に実現できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】光学的に情報を記録し、再生する方法において10ギガビット/平方インチ以上の面密度を実現することを特徴とする高密度情報記録再生方法。

【請求項2】記録光として波長680nmの記録レーザ光を用い、該記録レーザ光を超解像光学系により媒体上に記録スポットとして照射し、該記録スポットによる熱エネルギーにより記録スポットの4分の1以下のマークを形成し、再生光として波長530nmの再生レーザ光を用いて上記マークを再生する高密度情報記録再生方法。

【請求項3】上記媒体上にトラック方向とトラック半径方向に渡る2次元格子の格子点に同一円形状のマークを配列させる2次元記録を行う請求項2の高密度情報記録再生方法。

【請求項4】上記マークからの再生信号を検出し、各マークからの再生信号を互いに用いて信号処理を行い、情報を検出する請求項3の高密度情報記録再生方法。

【請求項5】上記媒体に離散的に設けられたクロックマークから記録と再生のクロックを作り、ウォブルマークからトラックずれ信号を検出する請求項4の高密度情報記録再生方法。

【請求項6】上記媒体にはあらかじめ所定形状をもつ微小マークが記録された埋込マーク層を設け、この上に記録スポットを位置付け、記録スポットにより埋込マークを磁気転写するか否かによって情報マークを再生層に記録する請求項2の高密度情報記録再生方法。

【請求項7】上記媒体の記録感度特性を微小な領域で局部的に変化させて、記録スポット形状に依存しない微小マークを作成するために、予め記録膜に強力なレーザ光を照射し、局部的に構造緩和を発生させ、保磁力を弱める請求項3の高密度情報記録再生方法。

【請求項8】上記媒体の記録感度特性を微小な領域で局部的に変化させて、記録スポットに依存しない微小マークを作成するために、光ディスクの基板に微小凹凸のパターンをインジェクションであらかじめ設け、磁気マークの形成の核とし、記録マークが局部的に形成しやすくする。これにより記録スポットの形状に依存しない微小マークを作成する請求項3の高密度情報記録再生方法。

【請求項9】形成されたマークに複数または単数のスポットをサンプルサーボを用いて位置決めし、埋込マークから作成したクロックに従って、2次元格子点上に光スポットが位置決めされたときの検出信号をそれぞれサンプルホールドし、あらかじめ隣接格子点からの干渉量を学習領域で求めておき、サンプルホールド後の検出信号から干渉量を除去する処理を行い、格子点に記録されたマークの有無を検出する請求項1の高密度情報記録再生方法。

【請求項10】第1の出力及び波長を有する記録用レーザと、該第1の出力より低い第2の出力及び上記第1の

波長より短い第2の波長を有する再生用レーザを用い、上記記録及び再生用のレーザをNAが約0.55の対物レンズを用いて円板状記録媒体上に照射し、上記円板状記録媒体の記録特性及び上記レーザを照射する光学系中の遮蔽板により上記記録用レーザの波長と対物レンズのNAから光学的に定まるスポットサイズに比較して約1/4以下の微小マークを記録媒体上に形成し、記録方式としてはトラック方向とトラック半径方向に渡る2次元格子の格子点にマークを配列させる2次元記録を行い、再生方式は2次元格子点上の上記マークからの再生信号を検出して各マークからの再生信号を互いに用いて信号処理を行い情報を検出する光学的記録再生方法。

【請求項11】ディスクから抽出されたクロックに同期してチャネルクロックを形成し、情報の再生時に上記チャネルクロックに同期して再生用ビームをパルス状に照射する光磁気記録再生方法において、再生光源波長 λ [μm]と開口数NA絞り込みレンズを通して得られる直径 λ/NA の再生スポットを用い、所定の線速度 $V[\text{m/s}]$ および所定の直流レベルの膜面再生パワー P_{dc} で上記再生スポットを走査したときに得られる再生信号のノイズスペクトル $N(f)$ の特性が、ショットノイズ N_s がディスクノイズ N_d よりも大きくなる周波数 $f_{min}[\text{MHz}]$ と光学的遮断周波数 $f_{max}=V/(\lambda/2\text{NA})$ [MHz]あいだに、記録再生の最高繰返し周波数があるものであり、且つ、上記一定直流レベルの膜面再生パワー P_{dc} よりも高い波高値 P_p のパルス照射して再生することを特徴とした高密度情報再生方法。

【請求項12】ディスク上の2次元格子点上のマークからの再生信号を検出し、各マークからの再生信号を互いに用いて信号処理を行い、情報を検出することを特徴とする請求項11に記載の高密度情報記録再生方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本願発明は光学的に情報を記録し、再生する装置に係り、特に円板状の媒体に情報を記録再生する光ディスク装置の高密度化に関する。

【0002】

【従来の技術】現在、製品になっている光ディスク装置の面密度は約880メガビット/平方インチ程度であり、研究開発レベルでも光ディスクの使われる環境条件の厳しさを克服し、総合的に実現できるといわれているのは製品レベルの3倍程度である。また、製品となっている光ディスク装置の使用波長は780nm、対物レンズのNAは0.55、記録方式はマーク長記録であり、サーボ方式は連続サーボである。参考文献はECMA (ユーロピアン・コンピュータ・マニファクチャラ・アソシエーション) の規格文書である。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】本願発明の目的は、現在実現可能な構成要素を利用して、光ディスクにおける

最も高密度な記録再生特性を実現することである。実現される記録密度の値は 10 Gbit/in^2 である。

【0004】

【課題を解決するための手段】本願発明の趣旨は以下の通りである。

【0005】(1) 記録用のレーザは出力 50 mW 、波長 680 nm の半導体レーザ、再生は出力 15 mW 以上の波長 530 nm を発振するSHG（セカンド・ハーモニック・ジェネレーション）光源を採用する。

【0006】(2) 対物レンズのNAは 0.55 、記録用と再生用の波長に対して色収差の補正をおこなったものを使用する。

【0007】(3) 記録媒体は波長と対物レンズのNAから決まるスポットサイズに比較して約 $1/4$ 以下の微小マークを作成することのできるものを使用する。さらに、磁気多層膜の各層の温度に対する磁気特性の違いを用いた超解像特性をもつ媒体も使用する。

【0008】(4) 光学系としては波長と対物レンズのNAから決まるスポットサイズよりもディスク面上で小さくできる超解像光学系を用いる。また、複数のスポットを記録または再生時に作成する構成とする。

【0009】(5) 記録方式としてはトラック方向とトラック半径方向に渡る2次元格子の格子点に同一円形状のマークを配列させる2次元記録を行う。

【0010】(6) 再生方式は2次元格子点上のマークからの再生信号を検出し、各マークからの再生信号を互いに用いて信号処理を行い、情報を検出する。この際、格子点に同期したタイミングで光源から通常直流光で照射するより大きなピークパワーを持つ光をパルス的に照射し、その反射光を格子点に同期したタイミングにより検出する。

【0011】(7) トラッキングは所謂サンプルサーボを用い、離散的に設けられた埋込ビットから記録と再生のクロックを作り、ウオブルマークからトラックずれ信号を検出する。

【0012】媒体の構成としては

(1) あらかじめ $0.22\text{ }\mu\text{m}$ 程度の目標とする形状をもつ微小マークが記録された埋込マーク層を設け、サンプルサーボによりこの上に記録スポットを位置づけ、埋め込まれたビットからクロックを作成し、このクロックに従って埋込マークを磁気転写するか、否かによって情報マークを再生層に記録する。再生層に記録されたマークは埋込マーク形状にならない、記録スポットに依存しない微小マークとなる。

【0013】(2) 記録感度特性を微小な領域で局部的に変化させて、記録スポットに依存しない微小マークを作成する。具体的な手段としては記録膜に強力なレーザ光を照射し、局部的に構造緩和を発生させ、保磁力を弱める。

【0014】(3) 光ディスクの基板に微小凹凸のパタ

ーンをインジェクションであらかじめ設け、磁気マークの形成の核とし、記録マークが局部的に形成しやすくする。これにより記録スポットに依存しない微小マークを作成する。

【0015】以上のようにして形成されたマークに複数または単数のスポットをサンプルサーボを用いて位置決めし、埋込マークから作成したクロックに従って、2次元格子点上に光スポットが位置決めされたときにパルス照射を行ない、反射光を格子点に同期したタイミングにより検出し、それぞれサンプルホールドする。あらかじめ隣接格子点からの干渉量を学習領域で求めておき、サンプルホールド後の検出信号から干渉量を除去する処理を行い、格子点に記録されたマークの有無を検出する。

【0016】

【作用】記録は光源として現在入手でき、かつ直接変調することのできる波長 680 nm の高出力レーザを用い、スポットサイズを $1.23\text{ }\mu\text{m}$ 程度にする。さらに、光学的超解像効果をもたせ、かつ光出力の効率を考慮しつつ、約7割の $0.87\text{ }\mu\text{m}$ にスポットサイズを縮小する。

【0017】記録媒体としては記録スポットの $1/4$ 以下のマークを形成できる媒体を用いて、 $0.22\text{ }\mu\text{m}$ 径のマークを記録する。

【0018】記録方式としては2次元格子点上にマークを配置して、記録を行なう2次元記録を採用して、記録密度を上げる。

【0019】このように現在実現可能な構成要素を用いて、光学的な回折限界を打ち破った微小マークの記録再生を可能とし、 10 Gbit/in^2 の記録密度を実現する。

【0020】

【実施例】図1に本発明の記録媒体上の様子を示す。

【0021】記録スポット101, 101', 101"は光源に波長 685 nm の半導体レーザを用い、ディスク半径方向に光学的超解像をおこなう。半導体レーザからのレーザは、開口数 0.55 の光学系を用いてディスク面上に収束し、記録スポット101のサイズをディスク周方向に $1.24\text{ }\mu\text{m}$ 、半径方向に $0.87\text{ }\mu\text{m}$ にする。記録される情報マーク102の大きさは、ディスク周方向に約 $0.22\text{ }\mu\text{m}$ 、半径方向に約 $0.30\text{ }\mu\text{m}$ である。情報マーク102同志の最小間隔は約 $0.22\text{ }\mu\text{m}$ である。トラックのピッチは約 $0.30\text{ }\mu\text{m}$ である。再生スポット103a, 103b, 103cは、波長 533 nm のレーザを後述する磁気超解像(FAD)および光学的超解像を用いて、ディスク周方向に $0.96\text{ }\mu\text{m}$ 、半径方向に $0.67\text{ }\mu\text{m}$ の大きさにする。また、情報マーク102に先だって、クロックマーク104、ウオブルマーク105、アドレスマーク106などが凹凸形状で形成されている。

【0022】図2に光学的超解像の具体構成を示す。半導体レーザ201からの光をカップリングレンズ202によって平行光束にし、プリズム204等を通して対物レンズ205

に導き、結像面206上に結像する。この光路中に遮蔽板203を挿入する。

【0023】図3に遮蔽板203の詳細を示す。遮蔽板は直径 r の光束の一部を光軸を中心に直径 r' だけ遮る。遮蔽比 α は r と r' の比(r'/r)で定義する。遮蔽比 α を大きくしていくと、結像面206上の絞り込みスポットの両側に別の光スポットが現れ、真中のスポットの中心強度が減少していく。しかし、真中のスポットサイズは小さくなる。これらのスポットは、図1中101, 101', 101"に対応する。

【0024】図4に遮蔽比 α とスポットサイズとの関係を示す。exp. は実験値、cal. は計算値であり、規格化スポット径の基準値は遮蔽比 α が0の場合の値。スポットサイズを7割程度に微小化した場合、遮蔽*

$$H_{total} = H_{ext} + H_d - \sigma_w / 2rMs \quad (式1)$$

磁壁は記録膜の保磁力 H_c と上記 H_{total} のバランスがとれたところで決まる。

【0027】図5に保磁力 H_c の一般的な保磁力と温度の関係を示す。レーザ光の照射によって記録膜上の温度分布が変化し、図5において H_{total} と H_c のバランスがとれる温度 T_{rec} になったところで磁壁が止まり、反転磁化マークが形成される。記録マークの安定性はパワー変動に対する磁壁位置の変化、すなわち磁化マークの形状変化量で表現できる。

【0028】図6には磁化マークの形成原理を示す。垂直磁化膜601に光ビーム602を照射すると同時に外部磁場603を印加して磁化マークを形成する。通常、点線で示したように記録温度 T_{rec} はディスク全面で等しい。そして、光ビームの照射により形成される温度分布604と記録温度 T_{rec} の交点で磁化マークの磁壁が決まり、垂直磁化膜601上に磁壁605が形成されていた。この時のマーク606の幅はスポットサイズの半分程度で安定状態をとるようになっていた。

【0029】しかし、本発明では、図5の保磁力特性または上記の H_{total} を局部的に変化させ記録温度を T'_{rec} にし、ディスク面上での記録温度特性を局部的に低下させる。そして、記録温度を局部的に低下させた部分に光スポットを照射し温度分布604aを形成すると、記録温度 T'_{rec} と温度分布604aとの交点は温度分布のピークの部分になる。従って、垂直磁化膜上には磁壁605aが形成され、磁化マーク606aの幅は従来の磁化マーク606の幅よりも狭くなる。従来温度分布のピークの部分では温度分布の変動に対しても交点の変動が大きく安定ではなかったが、本発明によれば記録温度の位置に対する勾配が温度分布の位置に対する勾配とは逆極性であるため温度分布変動に対して交点の変動は抑えられる。このようにして、従来よりも低い記録エネルギーで微小マークを安定に形成できる。

【0030】記録温度を変化させる方法には2つの方法がある。一つは媒体の保磁力特性を局部的に変化させる

*比は0.7程度であり、スポットの中心強度は50%程度になる。この時の両側のスポットの強度は真中のスポットの強度の2割程度であり、記録時には両側のスポットで記録されることはなく問題がない。

【0025】上述の記録スポットを用いて、スポットサイズの約1/4の大きさを持つマークの形成原理を説明する。光磁気マークの磁壁は磁気的なエネルギーの安定条件によって決められる。 σ_w を単位面積あたりの磁壁エネルギー、 M_s を飽和磁化、 r を磁区の半径、 H_d を磁壁に働く反磁界、 H_{ext} を外部磁界とすると、磁壁を広げようとする力のもとになる磁界の和 H_{total} は以下の式で表される。

【0026】

方法、もう一つは H_{total} を局部的に変化させる方法である。媒体の保磁力特性を局部的に変化させる方法について図7～図9を用いて説明する。

【0031】図7でディスク上に局部的に構造緩和を起こさせた例を示す。構造緩和とはアニール作用により磁気異方性を弱めることにより記録媒体の保磁力を局部的に弱めることである。

【0032】図7aに構造緩和を生じた記録媒体701に光ビーム702で記録を行なう様子を示す。構造緩和を起こした部分703では図5に示した温度の保磁力特性が局部的に低下するが、 H_{total} は変化しないので実効的な記録温度704は低下する。よって、光ビームにより温度分布705を形成すると小さな磁化マーク706が形成される。保磁力の低下量はアニールのために与えたエネルギーに依存する。アニールの方法としては局部的に高エネルギーの光を照射し、温度により構造緩和を起こさせるものがある。この方法では高エネルギー分布により局部的な保磁力の低下量が変化し、これに従って記録温度が変わる。局部的な領域を狭くするためには好適には記録スポットよりも微小なスポットにより記録することが望ましい。現在記録スポットは記録波長680nmと開口数0.55で決まるが、構造緩和を起こさせるために光ディスクの原盤を作成する時に使用する短波長のレーザと高開口数のレンズが使用できる。現在使われているレーザとレンズの組合せではスポットサイズを0.45ミクロン程度にでき、従ってアニール領域を0.2ミクロン程度に狭くできる。

【0033】図7bに構造緩和を生じさせ、その上に記録をしたときの再生出力の測定データ707を従来のデータ708と比較して示す。記録パワーを下げると従来の方式では記録温度と温度分布の交点がピーク点に近づくパワー変動により急激にマークが変化し、再生出力が低下する。しかし、構造緩和した後にマークを記録すると記録パワーが大きい時には構造緩和の領域よりもマークが大きいとほとんど従来と同様なマークが形成される

7

ため、再生信号上は違いはない。しかし、記録パワーを低下してくると記録マークが構造緩和領域にかかるため記録パワー変化に対するマーク幅変化が小さくなるため、出力レベルの変化が小さくなる。

【0034】図8では記録媒体の記録マークを形成する領域は従来の保磁力と同じにし、それ以外の領域の保磁力を上げるような構造にした例を説明する。

【0035】図8aに本願発明の媒体を示す。この垂直磁化膜701では磁化マーク706が形成される部分以外の表面粗さを粗くして保磁力を向上させる。すなわち、磁化マーク706が形成される部分のみを平坦部801とする。よって、平坦部801以外では磁壁を止める表面エネルギーが増加し、見かけ上の保磁力を増加させることができる。この構成により、記録温度804はマーク領域では相対的に低下する。

【0036】表面粗さを粗くする方法としては、まず光を照射したところだけが架橋し、現像液で溶けない特性をもつレジストを使用し、2次元格子点状の微小のマーク部に光を照射する。現像過程において濃度の濃い現像液でエッチングすることにより2次元格子点を除いた表面を粗す。このようにして作成した原盤から、スタンパを作成し、プラスチックに粗くした面をスタンピングすることにより微小マーク周囲の表面粗さを粗くすることができる。

【0037】図8bには磁区の幅と記録パワーの関係を示す。幅0.2μmのストライプ状平坦部を形成し、その両側の表面粗さを粗くした場合、形成される磁区の幅と記録パワーの関係は807のようになる。表面粗さを粗くしなかった場合のデータ808よりも、形成される磁区の幅が小さいことがわかる。

【0038】図9では磁界を局部的に変化させる例を示す。

【0039】図9に示すように、記録膜901に磁氣的に接して微小磁化マーク902をあらかじめ埋め込んだ層903を設けておく。微小磁化マーク902を2次元に配列し、埋め込み層903に接した記録層901上の外部磁場を磁化マーク902が発生する磁場の分だけ増加させることにより実効的なHtotalを変化させる。

【0040】図5を用いてこの作用を説明すると、記録膜の磁気特性が変化しなくても、従来のHtotalに対して埋込マークによる磁化のためH'totalに変化すると記録温度はTrecからT'recに低下する。従って、図9aで記録温度904が埋込マークの上で低下するため、記録膜上の温度を曲線705のように上昇させると、記録温度904の低下領域に対応した記録マーク706が形成される。図9bには記録時のマーク形成パワーと、このマークを再生したときの出力信号の関係を示す。

【0041】次に、記録膜の組成を変えることにより微小ドメインを形成する方法について述べる。光磁気記録

8

膜の基本的な構成はTbFeCoの3原子のアモルファス構造となっている。TbとFeの割合によって、垂直磁気特性に差が出て来る。

【0042】図10aにFeが多いTMリッチとTbが多いREリッチでの保磁力と温度との関係を示す。温度に対する保磁力特性の傾斜がTMリッチに比較してREリッチの方が急峻である。記録温度と記録マークの関係については図5で説明した保磁力特性が図10のような特性になると従来よりも微小なマークを安定に形成することができ、かつHtotalの変動に対して記録マークの変動が抑えられる。

【0043】図10bに記録パワーと信号出力の関係を示す。上述の理由により、記録パワーに対する信号出力の依存性もREリッチの方が少ない。

【0044】この理由をさらに詳細に図11と図12、図13、図14を用いて説明する。

【0045】図11は室温20度にある媒体にレーザ光を照射した場合の、各媒体ごとの温度分布を示す。媒体上の温度分布は、短いパルスを照射したときはほぼスポット分布に等しいことがわかっている。

【0046】図12は図10aに対応する各媒体の保磁力特性を示す図である。この保磁力特性とHtotalから決まる記録温度により、0.2ミクロンの記録マークを形成する、図13にREリッチ媒体について、図14にTMリッチ媒体について、図11の温度分布によるマークの変位と保磁力の関係を表した。記録パワーが0.2ミクロンの記録マークを記録できる値から0.9から1.1倍変化したときのマークの変動がHtotalと保磁力特性の交点から求められる。この結果REリッチの方がマーク幅変動が少ないことが分かる。図7乃至図9の記録膜構造とREリッチの記録媒体を用いて、同スポットで記録したときに従来の半分程度の幅をもつ記録マークを形成することができる。

【0047】図15は本発明の記録再生装置の構成図である。

【0048】再生用光源であるSHG300から出た波長532nmのレーザ光は、スリット302を介してシリンドリカルレンズ303により一方向に収束される。301はレーザ光の一部を検出してレーザ光の強さを制御するためにA/O駆動回路377を制御する検出器系である。シリンドリカルレンズ303で収束された光はA/O変調器304に入力され、透過回折光をシリンドリカルレンズ305によりもとの光束径に変換される。もとの光束系に変換された光は、スリット306を介してビームエキスパンダー307により光束の径を例えば3倍に拡大変換される。変換後の光束は偏向ミラー309と折り返しミラー310によって光路を曲げられ、回折格子311に入射される。回折格子311で光を0次、±1次回折光の3つの光束に分割し、超解像用の光学的フィルタ308を通した後、光路合成用のプリズム312に入射さ

せる。

【0049】記録用光源である波長685nmの半導体レーザ光源378からのレーザを、カップリングレンズなどの光学系399でコリメートした後、光束を超解像用の光学的フィルタ313を通過させる。フィルタ313を通過した光は光偏向器314と折り返しミラー315により光路を折り曲げられ、光路合成用のプリズム316に入射される。

【0050】光路合成用プリズム312、316により波長532nm、685nmのレーザ光が合成され、折り返しミラー318と光束分離プリズム319を通過後、光ディスク398の上を移動する移動光学系320に向け出射される。移動光学系320では固定光学系321から出た光束を偏向ミラーによりスピンドルモータに取り付けられた光ディスク398の面に向けて折り曲げる。折り曲げられた光束は対物レンズにより光ディスク398に収束され、光スポットを形成する。形成された光スポットは図1の記録スポット101、再生スポット103のような位置関係になる。対物レンズと光偏向ミラーを内蔵する移動光学系320は、光ディスクの半径方向380に高速に移動する移動台の上に載りアクセス動作を行なうと共に、光スポットをトラックに追従させるトラッキング時には移動台と光偏向ミラーを連動させて動かす。

【0051】光ディスクからの反射光は光偏向ミラーを介して光束分離プリズム319により光路を曲げられ、折り返しミラー353により折り曲げられ、685nm分離プリズム354によりサーボ信号及びクロック信号検出光学系355に入射される。また532nmの光はプリズム354を透過し、532nm分離プリズム356により、光磁気信号検出系357に入射させられる。

【0052】光磁気信号検出系357に入射した光は2分の1波長板358により偏光角を約45度に回転させ、s、p偏光分離プリズム359を通過したs偏光とp偏光の3光束を3分割検出器360と370で検出し、図1で示した再生スポット103a、103b、103cに対応する光検出器からの出力の差を差動アンプ371で形成し、光磁気信号381として検出する。光磁気信号381は記録再生制御回路372に入力され、後述する処理を受ける。

【0053】サーボ信号/クロック信号検出光学系355では、図1の104、105、106などのマークを検出する。検出された信号382はデータクロック生成回路373とサーボ回路374、記録再生制御回路372に入力され、それぞれクロック信号の発生、トラッキング制御、自動焦点制御の制御動作、記録再生動作の後述する制御を行う。

【0054】ディスクを回転させるスピンドル383はスピンドルに取り付けられたエンコーダからの信号を回転制御系375に送り、基準クロックとの同期をとって一回転数になるようにスピンドルドライバ384を介して

スピンドルを制御する。記録再生制御回路372から制御動作の指令をサーボ回路374に与えて、移動光学系320の位置を制御する。記録再生制御回路372から記録再生のパワーレベルを制御する信号と記録データをレーザ制御回路376に送り、SHG300からの出力を制御するA/O偏向器304の駆動回路377を介して再生出力をコントロールする。一方、記録レーザへは直流パワーを制御するAPC（オートパワーコントロール）制御信号385と記録パワーの設定レベルの指令値386と記録データである2値化データ387をレーザの高速ドライバー378に入力する。

【0055】図16に光ディスク398上の光スポットの配列関係を示す。記録用685nmのスポット101が先頭に配置され、記録用スポット101によりあらかじめ凹凸形状にて作成されたウオブルビット331、332、333、334、335とクロックビット336、337、338を検出する。トラック中心に対して左右に微小量オフセットさせたウオブルビットからはよく知られた手法によりトラッキングサーボのための検出信号を得、クロックビットからはディスク面上にマークを記録し、再生するためのタイミングの標準となるクロック信号を作成する。

【0056】685nmのスポット101はスポットの両側に光学的超解像フィルタ通過後の波面操作によりサイドローブ101'、101''を発生する。光学的超解像はトラック半径方向に現れるようにし、トラック周方向には現れないようにする。

【0057】再生用の532nmのレーザビームは回折格子により3つのスポット103a、103b、103cに分離され、かつそれぞれのスポットの両側にサイドローブ103a'、103b'、103c'、103a''、103b''、103c''が発生する。3つのスポット103a、103b、103cが互いに隣接する仮想トラック中心線上350、351、352に位置するように図17の回折格子311を光束に対して垂直面内で回転させる。移動系320の上にある偏向器は685nm光スポット101で検出した制御信号により制御され、532nmのスポット103a、103b、103cも同時に動かす。532nmと685nmの位置合わせは図15に示した532nm光源系の偏向器314により微調される。焦点合わせはトラックずれ検出と同様に685nmのスポット101を用い、図示しない焦点合わせ領域で非点収差方式を用いて焦点ずれを検出し、移動系の対物レンズを駆動することにより制御する。

【0058】仮想トラック間隔を0.3ミクロンと狭くしなくてはならないが、トラックずれを検出するスポットの大きさは0.87ミクロンと大きく、仮想トラック間隔に比較して大きい。従来のトラックピッチはスポットの大きさ程度になっていた。そこで、従来のサンプルサーボ用のプリビットを用いてトラックピッチよりも細かい位置決めができる制御信号を発生する。ここではプ

リビット間隔を1.2ミクロン、ウオブルビットのウオブル間隔は0.3ミクロンとする。

【0059】図17にトラックずれ信号の形成方法を説明する。クロックマークから検出した信号により、タイミングを作り出すクロック信号を作成し、これを用いてウオブルマークA333、クロックマーク338、ウオブルマークB335の信号レベルを検出するためのサンプルホールド信号A、B、C(1702, 1703, 1704)を作成する。この信号A、B、Cにより各マークからの総光量信号1701のレベルをサンプルホールドする。

【0060】図18にトラックずれ信号を形成するサーボ回路374の具体構成を説明する。サンプルホールド回路150a, 150b, 150cは、それぞれウオブルマーク333、クロックマーク338、ウオブルマーク335によって変調された総光量信号をサンプルホールドする。減算回路152a, 152b, 152cはサンプルホールドされた信号間で各々差動をとり、トラッキング信号A(1801), B(1802), C(1803), D(1804)を作成する。これらの信号は、光スポットを図16で示したトラックピッチを8分割した仮想トラック中心線N, N+1, N+2, N+7に位置決めする制御信号となる。図19に図16に示す仮想トラック中心線とトラッキング信号1801, 1802, 1803, 1804の関係を示す。この関係を用いてトラッキング制御を行なうことができる。図20に具体的な制御信号の形成回路を示す。トラッキング信号C(1803), D(1804)の振幅をゲインコントロール2001, 2002で調整する。また、極性を極性反転回路2003, 2004, 2005, 2006で調整してトラッキング信号A', B', C', D'(2003~2006)を作成する。これらの信号を切り替え回路2007で切り換えて、位相補償回路2008で処理して制御系の制御信号として入力し、移動光学系320内部の光偏向器を制御する。

【0061】図21は再生情報ブロックが3つの情報トラックで構成される本発明の記録形態の一例である。記録すべき情報を情報マーク102の列が3つ集まってなる情報ブロック211として記録する。情報ブロックは光ディスク周方向に従来のセクタの概念を持ち、例えば、先頭から順にアドレス領域、タイミング領域、干渉係数学習領域、及びデータ記憶領域で構成される。これらの領域に含まれるマーク(プリビットも含む)は、セクタの先頭位置から所定の周期で予め定められた格子点213上に形成される。3つの情報トラック上の情報マークは、3つの再生スポット103a, 103b, 103cで再生される。

【0062】図1には図21の様子が斜視図として示されている。アドレス領域にはセクタの先頭であることを示す特定パターンやセクタアドレスなどをプリビット106として予め形成しておく。タイミング領域には各情報マーク列上の格子点213上位置にタイミングマーク104を予め形成しておく。格子点上に情報マークを記録したり、格子点上の信号をサンプルする時に用いるストロブパルスは、このタイミングマークの検出信号を基にPLL

回路を用いて作成あるいは補正される。後述する干渉係数学習領域には、情報再生時の信号処理演算に必要な干渉係数を学習するための学習マークを記録する。

【0063】図21はデータ記憶領域の部分を示す。記録すべき情報マーク102は、格子点213上に記録される。具体的には、前述のタイミングマークを基に生成したストロブパルスを用いて、所定の間隔に応じた時刻... $t_{i-1}, t_i, t_{i+1}, \dots$ に従って情報マーク102を記録する。従って、情報は記録されるべき格子点213上に情報マーク102が存在するか否かで表現されることになる。

【0064】図22に他の記録方式の例を示す。図21の例では格子点213を光ディスク半径方向及び光ディスク周方向へ整列させたが、図22の例では、隣接する情報トラック上の格子点周期を互いに半周期ずらした。このとき、各格子点における光ディスク半径方向のクロストークは、図21の場合よりも小さくなる。このため、図21の記録方式例に比べて光ディスク半径方向へさらに格子点間隔を狭めることができ、光ディスク半径方向へのより一層の高密度化が可能となる。

【0065】図23は前述の学習マークの例である。3つの情報トラックのうち中央の情報トラックの格子点上に位置する孤立マークとして学習マーク231を記録すればよい。学習マーク231は、プリビットとして予め形成しておいてもよいし、ディスク出荷時に記録しておいてもよい。

【0066】情報再生時には、まず干渉係数を学習する。光スポット形状、情報マーク形状及び格子点間隔の関数である干渉係数は、実際の光ディスク装置で学習されなければならない。このため、情報再生時にはこの学習マーク231を光スポットで検出し、干渉係数を学習する。

【0067】再生情報ブロックが3つの情報トラックから成る場合には、干渉係数は図33で示すa~nのような特性を持つ。

【0068】まず、光スポット103cの中心が格子点(M-2, N+1)に達したとき、対角方向の干渉量として $q(j)$ を測定しておき、格子点(M-1, N+1)に達したとき、対角方向の干渉量として $q(k)$ を測定しておき、続いて格子点(M, N+1)に達したとき、半径方向の干渉量として $q(l)$ を測定しておく。次に、光スポット103bの中心が格子点(M-2, N)に達したとき、周方向の干渉量として $q(f)$ を測定しておき、格子点(M-1, N)に達したとき、周方向の干渉量として $q(g)$ を測定しておき、続いて格子点(M, N)に達したとき、干渉係数学習用マーク231の孤立信号SM,Nを検出する。

【0069】以上の測定値を基に、対角方向の干渉係数jは対角方向の干渉量 $q(j)$ と孤立信号SM,Nとの比 $q(j)/SM,N$ で与えられる。同様に、半径方向の干渉係数lは半径方向の干渉量 $q(l)$ と孤立信号S

M, Nとの比 $q(1)/SM, N$ で与えられ、周方向の干渉係数 f は周方向の干渉量 $q(f)$ と孤立信号 SM, N との比 $q(f)/SM, N$ で与えられる。

【0070】同様に、対角方向の干渉係数 n, m は、光スポット103cの中心が格子点 $(M+1, N+1)$ に達したとき、及び光スポット103cの中心が格子点 $(M+2, N+1)$ に達したときに検出できる。また対角方向の干渉係数 d, e は、光スポット103aの中心が格子点 $(M+1, N-1)$ に達したとき、及び、光スポット103aの中心が格子点 $(M+2, N-1)$ に達したときに得られる。さらに、周方向の干渉係数 h, i は、スポット103bが格子点 $(M+1, N)$ 、 $(M+2, N)$ で得られる値の孤立信号 SM, N との比をとって干渉係数を求める。また、上記学習を数回行いその結果を平均化することで、干渉係数の学習精度を上げることでもできる。その一例としては、干渉係数学習用マークを複数個設ける方法が考えられる。

【0071】クロストークノイズ成分を低減するための信号処理演算は、上記手段によって得られた各干渉係数*

*と、上述のストローブパルスによって各格子点位置でサンプルされた検出信号を用いて行う。このとき、PLL回路によってタイミング補正されたストローブパルスを用いれば、より正確に格子点位置の情報マーク検出信号をサンプルすることができる。

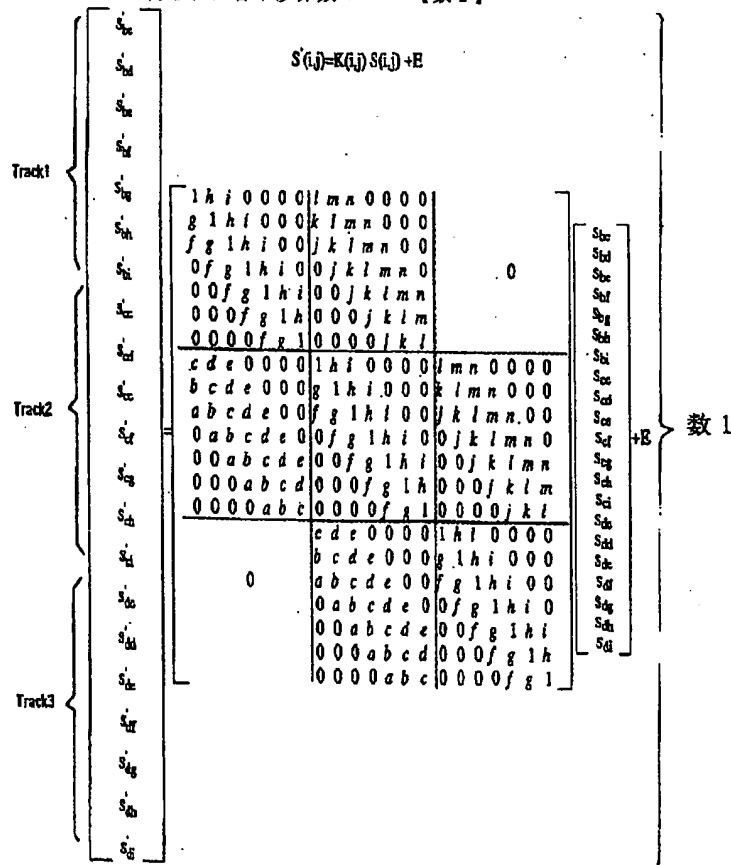
【0072】図21のような情報マーク列の場合には、格子点 (M, N) 上の検出信号と格子点 (M, N) に隣接する14近傍 $(5 \times 3 - 1 = 14)$ の格子点上の検出信号を用いる(図33に示す)。

10 【0073】図40に、3つのトラック1、2、3に隣接する2つのトラックもいれて、記録されたマークのみが孤立で存在したときの、各格子点での信号振幅の大きさのマトリックスを示す。ここで、本実施例で同時に検出できるのは3つのトラック分しかないので点線で囲まれた領域のマークを正確に検出することを考える。

【0074】そこで、各格子点位置で得られる孤立信号を表す演算式

【0075】

【数1】



【0076】において、Eを無視して得られる演算値を、クロストークが削減された求めるべき値とする。ここで、 $S(j, k)$ は21個の格子点位置で得られる孤立信号を成分とする列ベクトル、 $K(i, j)$ は干渉係

数を成分とする21次正方行列、 $S'(i, j)$ は21個の格子点位置で得られた検出信号を成分とする列ベクトル、Eは上記21個の格子点以外の格子点からのクロストークを表す列ベクトルである。ここで、クロスト

15

クの影響を完全に取りきると、は各格子点での孤立信号
 $S(i, j)$ は数2を用いて、演算できる。

【0077】

【数2】

$$S(i, j) = K^{-1}(i, j) (S'(i, j) - E) \quad \text{数 2}$$

【0078】しかし、列ベクトルEの中には3つのスポ *

$$S'(i, j) = K^{-1}(i, j) S'(i, j)$$

$$E = \begin{bmatrix} aS_{aa}+bS_{ab}+cS_{ac}+dS_{ad}+eS_{ae}+fS_{af}+gS_{ag}+hS_{ah}+iS_{aj}+jS_{ak}+kS_{al}+lS_{am}+mS_{an}+nS_{ao} \\ aS_{ba}+bS_{bb}+cS_{bc}+dS_{bd}+eS_{be}+fS_{bf}+gS_{bg}+hS_{bh}+iS_{bj}+jS_{bk}+kS_{bl}+lS_{bm}+mS_{bn}+nS_{bo} \\ aS_{ca}+bS_{cb}+cS_{cc}+dS_{cd}+eS_{ce}+fS_{cf}+gS_{cg}+hS_{ch}+iS_{cj}+jS_{ck}+kS_{cl}+lS_{cm}+mS_{cn}+nS_{co} \\ aS_{da}+bS_{db}+cS_{dc}+dS_{dd}+eS_{de}+fS_{df}+gS_{dg}+hS_{dh}+iS_{dj}+jS_{dk}+kS_{dl}+lS_{dm}+mS_{dn}+nS_{do} \\ aS_{ea}+bS_{eb}+cS_{ec}+dS_{ed}+eS_{ee}+fS_{ef}+gS_{eg}+hS_{eh}+iS_{ej}+jS_{ek}+kS_{el}+lS_{em}+mS_{en}+nS_{eo} \\ aS_{fa}+bS_{fb}+cS_{fc}+dS_{fd}+eS_{fe}+fS_{ff}+gS_{fg}+hS_{fh}+iS_{fj}+jS_{fk}+kS_{fl}+lS_{fm}+mS_{fn}+nS_{fo} \\ aS_{ga}+bS_{gb}+cS_{gc}+dS_{gd}+eS_{ge}+fS_{gf}+gS_{gg}+hS_{gh}+iS_{gj}+jS_{gk}+kS_{gl}+lS_{gm}+mS_{gn}+nS_{go} \\ aS_{ha}+bS_{hb}+cS_{hc}+dS_{hd}+eS_{he}+fS_{hf}+gS_{hg}+hS_{hh}+iS_{hj}+jS_{hk}+kS_{hl}+lS_{hm}+mS_{hn}+nS_{ho} \\ aS_{ia}+bS_{ib}+cS_{ic}+dS_{id}+eS_{ie}+fS_{if}+gS_{ig}+hS_{ih}+iS_{ii}+jS_{ik}+kS_{il}+lS_{im}+mS_{in}+nS_{io} \\ aS_{ja}+bS_{jb}+cS_{jc}+dS_{jd}+eS_{je}+fS_{jf}+gS_{jg}+hS_{jh}+iS_{ji}+jS_{jj}+kS_{jk}+lS_{jm}+mS_{jn}+nS_{jo} \\ aS_{ka}+bS_{kb}+cS_{kc}+dS_{kd}+eS_{ke}+fS_{kf}+gS_{kg}+hS_{kh}+iS_{ki}+jS_{kj}+kS_{kk}+lS_{km}+mS_{kn}+nS_{ko} \\ aS_{la}+bS_{lb}+cS_{lc}+dS_{ld}+eS_{le}+fS_{lf}+gS_{lg}+hS_{lh}+iS_{li}+jS_{lj}+kS_{lk}+lS_{lm}+mS_{ln}+nS_{lo} \\ aS_{ma}+bS_{mb}+cS_{mc}+dS_{md}+eS_{me}+fS_{mf}+gS_{mg}+hS_{mh}+iS_{mi}+jS_{mj}+kS_{mk}+lS_{ml}+mS_{mn}+nS_{mo} \\ aS_{na}+bS_{nb}+cS_{nc}+dS_{nd}+eS_{ne}+fS_{nf}+gS_{ng}+hS_{nh}+iS_{ni}+jS_{nj}+kS_{nk}+lS_{nl}+mS_{nn}+nS_{no} \\ aS_{oa}+bS_{ob}+cS_{oc}+dS_{od}+eS_{oe}+fS_{of}+gS_{og}+hS_{oh}+iS_{oi}+jS_{oj}+kS_{ok}+lS_{ol}+mS_{om}+nS_{on}+oS_{oo} \end{bmatrix}$$

数 3

【0080】以上のように、本発明における記録方法及び信号処理演算方法を用いることにより、従来方式に比べてさらに高密度な記録再生が実現可能となった。また、情報再生時に用いる全ての光スポットからの再生信号において、クロストークノイズ成分が十分に削減された信号が得られるので、従来方式に対してデータ転送レートも向上した。

【0081】以下では、情報ブロックが3つの情報トラックで構成される場合を例にとって、前述した情報記録方法及び信号処理演算方法を実現するための記録装置について述べる。

【0082】まず、上記複数光スポットを実現する光学系、及び複数光スポットのトラッキング、オートフォーカスについては、例えば、特公昭58-021336号公報に記載されている手段を用いればよい。このとき、図21に示すように、複数の光スポットを結ぶ軸線は情報ブロック半径に対して傾きを持ち、この結果、各光スポット間には光ディスク円周方向に対して一定の時間差が生じる。この時間差が格子点間隔の倍数でない場合、複数の

*ットによっては検出できない部分があることから、Eを無視して得られる演算値を計算する。すなわち、格子点(i, j)位置での信号S'は数3を用いて検出した信号からKの逆行列を用いて演算する。

【0079】

【数3】

光スポット103a~103cを用いて格子点213上に情報マーク102を同時に記録及び再生するためには、各光スポット固有のストローブパルスを用意する必要がある。すなわち、各ストローブパルスを各情報トラック上の格子点と正確に同期させ、各光スポットはこの各ストローブパルスのタイミングに従って情報を記録再生することである。このとき、各ストローブパルス間の時間差が、上記各光スポットの時間差に対応することになる。

【0083】図24は上記の記録を行うための記録回路のブロック図を示す。この記録回路は、光スポットが学習領域に突入したことを検出するための光スポット数と同じ数の検出部201a~201cと、学習データと情報データを選択するデータ選択部202、及び、データ記録部203で構成される。データ記録部203は、クロック2310で制御される。

【0084】図25は、図24の検出部201の一例を示したものである。検出器210は各光スポットに対応して光ディスク上のマークを検知する。検出器210から

の検知信号はゲート2501a、2501bで所定のタイミングの信号を抽出される。PLL回路2110はゲート2501aから出力されるタイミングマークに対応する信号から、タイミング信号を形成する。セクタ先頭認識回路212は、ゲート2501bから出力される領域の先頭に記録されるヘッダーマークに対応する信号から、セクタの先頭を認識する。領域認識回路2130は検出部201を制御する部分である。

【0085】図32のタイムチャートも参照して検出部201の動作を示す。領域認識回路2130は、PLL回路2110から出力されるストローブパルス215をカウントすることで光スポットの位置を認識し、その結果として、アドレス領域信号217、タイミング領域信号218、干渉係数学習領域信号219、及び、データ記憶領域信号220を出力する。

【0086】詳しくは、ストローブパルス215のカウント値は、まず、セクタ先頭認識回路222から出力されるパルス信号223によりリセットされ0となる。セクタ領域認識回路222は、光検出器からの出力信号214を基にアドレス領域2170に形成されているセクタの先頭を示す特定パターンを検出する回路であり、この特定パターンを検出したときパルス信号223を出力する。

【0087】カウント値が0からaの間は光スポットがアドレス領域2170に存在するので、アドレス領域信号217のみをオンとして出力する。アドレス領域信号217がオンになると、光検出器からの出力信号214はゲート回路2501bを介してアドレス認識回路212へ出力される。アドレス認識回路212は、出力信号214を基にアドレス領域2170に形成されているアドレス情報を検出する回路である。

【0088】カウント値がaからbの間は光スポットがタイミング領域2180に存在するので、タイミング領域信号218のみをオンとして出力する。タイミング領域信号218がオンになると光検出器からの出力信号214はゲート回路2501aを介してPLL回路2110へ入力される。PLL回路2110は、光検出器からの出力信号214を基に上記タイミング領域2180に形成されているタイミングマークを検出し、この検出結果を用いて上記ストローブパルスと格子点位置とのタイミングずれを補正する。PLL回路211はストローブパルス215を出力し、このストローブパルス215は上記干渉係数学習領域信号219がオン、あるいは上記データ記憶領域信号220がオンのときにゲート回路2501cを介して検出部201から出力される。

【0089】カウント値がbからcの間は光スポットが干渉係数学習領域2190に存在するので、干渉係数学習領域信号219のみをオンとして、カウント値がcからdの間は光スポットがデータ記憶領域2200に存在するのでデータ記憶領域信号220のみをオンとして出力する。これら干渉係数学習領域信号219及びデータ記憶領域信号220

は検出部201の出力信号となる。したがって、各検出部201a~201cは上記ストローブパルス215a~215c、上記干渉係数学習領域信号219a~219c及びデータ記憶領域信号220a~220cを出力する。

【0090】図26は、データ選択部202のブロック図の一例を示したものである。データ選択部202には、ユーザデータ204と、各検出部201a~201cからの出力である複数のデータ記憶領域信号220a~220c及び複数の干渉係数学習領域信号219a~219cが入力される。この時、例えば、データ記憶領域信号220a~220cのうち少なくとも一つがオンになると、データ選択部202はユーザデータ204をシリアルデータ225として出力する。また、干渉係数学習領域信号219a~219cのうち少なくとも一つがオンになると、干渉係数を学習するために必要な情報マークを干渉係数学習領域に記録するために、干渉係数学習用データROM226に記憶されているデータ列をシリアルデータ225として出力する。この場合、データ列は図23に示したような孤立マークを表現するものでよい。

【0091】図27は、データ記録部203の一例を示したものである。データ記録部203には、上記データ記録用ストローブパルス221と上記シリアルデータ225が入力される。この時、シリアルデータ225は、各記録用ストローブパルス221よりも高周波の基準クロック231で動作するシリアルパラレル変換回路230によって変換される。変換されたデータ232は、F1/F0（ファーストイン/ファーストアウト）メモリ233に蓄積され、記録用ストローブパルス221によってF1/F0メモリ233から読みだされる。これら読みだされたデータ234は、変調器235へと入力される。変調を受けたデータ236は、レーザの駆動回路237へと入力され、光スポット238の強度変調によってマークが記録される。

【0092】ここで、図1におけるスポット101の1つのスポットで図21に示す3本の情報トラックの情報ブロック211に記録を行なう場合、上記回路を用いて情報トラック1本をディスク1回転ごとに記録することにより、3つの情報トラックに記録する。また、記録光源として波長685nmの3ビームレーザアレイを用い、情報ブロック内の3本の情報トラックにそれぞれ記録スポットを位置づけ、図27に示すF1/F0メモリ233、変調器235、レーザ駆動回路273を3系統設ければ良い。また、波長685nmのレーザを用いず、波長532nmのSHGレーザを3個設け、A/O変調器を3系統用い、3つのビームで記録再生してもよい。

【0093】図28は記録した情報を再生するための情報再生回路のブロック図を示す。この再生回路は、光スポットが図32に示した各領域に侵入したことを検知するための光スポット数と同じ数の検出部251a~251c、各検出器からの検出信号の同期をとる同期補正部2

19

52及び演算部253で構成される。

【0094】図29は、上記検出部251のブロック図の一例を示したものである。検出部251は、主に、各光スポットに対応した検出器267、サンプルホールド回路256、PLL回路257、セクタ先頭認識回路258及び領域認識回路259から成る。PLL回路257、セクタ先頭認識回路258、領域認識回路259及びアドレス認識回路267については前述の記録回路で述べたものと同一であり、検出部251は記録回路における検出部201と同様、領域認識回路259によって制御される。まず、光スポットがタイミング領域に進入すると、領域認識回路213から出力されたタイミング領域信号218がオンになり、光スポットによって検出されたタイミングマーク信号が、検出部内にあるPLL回路257へ入力される。PLL回路257は上記タイミングマーク信号をもとにディスク回転むらなどによるストロブパルス264の位相ずれを補正する。そして、干渉係数学習領域信号262がオン、またはデータ記憶領域信号263がオンの時に、PLL回路257の出力であるストロブパルス264はサンプルホールド回路256のクロック265となる。サンプルホールド回路256はクロック265に従って、入力である検出信号255の格子点上における信号値をサンプルする。サンプルされた値は、検出信号266として検出部251の出力となり、同期補正部252へと入力される。

【0095】干渉係数学習領域信号262がオン、またはデータ記憶領域信号263がオンの時のみ、格子点に対応するパルスを発生するサンプルホールド回路256からの出力は、制御クロック265として検出部251の出力となり、同期補正部252へと入力される。

【0096】図30は、同期補正部252のブロック図の一例を示したものである。同期補正部252は、主にFI/FOメモリと読みだしクロック制御回路から成る。各検出部251a~251cから出力され、同期補正部252に入力された各検出信号266a~266cは、同様に各検出部251a~251cから出力されて同期補正部252に入力された各制御クロック265a~266cに応じて、各FI/FOメモリ271a~271cに蓄積される。また、各検出部251a~251cから出力された各干渉係数学習領域信号262a~262cがすべてオンである時にオンとなる信号を干渉係数学習領域信号275、各検出部から出力された各データ記憶領域信号263a~263cがすべてオンである時にオンとなる信号をデータ記憶領域信号276とすると、この2つの信号のうちどちらか一方がオンとなった時に、読みだしクロック制御回路272は基準クロック277を出力する。基準クロック277の周波数は、制御クロック265a~265cの周波数以下とする。

【0097】上記各FI/FOメモリ271a~271cに蓄積された各検出信号266a~266cは、上記

20

読みだしクロック制御回路272の出力信号277に従って読みだされ、同期した検出信号278a~278cとして同期補正部252の出力となり、演算部253へ入力される。また、上記干渉係数学習領域信号275と上記データ記憶領域信号276は、同期補正部252の出力となり、演算部253へと入力される。

【0098】図31は、演算部253の一例を示したものである。同期補正部252から出力され、演算部253に入力された各検出信号278a~278cは、演算器280へ入力される。この時、同期補正部252からの入力である干渉係数学習領域信号276がオンの場合には、演算器280は検出信号278a~278cを基に前述した計算を行うことで干渉係数を算出し、これらの干渉係数を基に逆行列を計算し(数3)、演算係数を算出する。算出された演算係数は、演算係数用メモリ281に保存される。

【0099】同期補正部252からの入力であるデータ記憶領域信号276がオンの場合には、演算器280は、検出信号278a~278cと上記手段によって算出した演算係数を基に、数1、数2、数3に示した演算を行い、クロストークノイズを削減した演算結果283a~283cをコンパレータ284へ出力する。コンパレータ284は、演算値283を基に情報マークの有無を判別する。判別結果285a~285cは復調器286で復調され、これが再生信号287a~287cとして出力される。

【0100】さらに、パラレルシリアル変換回路288により、シリアルデータ289、すなわちユーザデータが再生される。

【0101】以上は、3つの情報トラック組みに示してを1つの情報ブロックとし、1つの情報ブロックの情報を同時に再生する3トラック同時再生についての例であるが、再生スポットの真中のスポット103bの走査する1本のトラックのみを記録再生することも可能である。

【0102】この方式では、スポット103bの走査するトラックのみが再生できればよい。スポット103aと103cは、スポット103b照射する情報トラックに漏れてくる、隣接するトラックからの信号の漏れ込みを検出するために用いられる。スポット103aと103cで検出した信号の漏れ込み(クロストーク)を、スポット103bで検出した信号からキャンセルすることで、図21に示す情報ブロック間隔を狭くしても正確な情報が検出できる。従って、さらに記録密度を高密度にできる。記録においては図1に示す構成と同様で、685nmの記録スポット101で記録し、532nmの3スポット103a、103b、103cでスポット103bの上の情報トラックのデータを再生する。

【0103】具体的に今回の面密度で計算すると、再生波長が530nm、開口数を0.55とするとスポットサイズWは0.96ミクロンとなる。光学的超解像によりトラック方向のスポットサイズは実効的に0.7倍に

なり、0.67ミクロンとなる。今回採用した再生方式ではトラックピッチをWの0.4倍程度に縮小することができることから、トラックピッチ0.3ミクロンが実現できる。

【0104】光学的超解像を行なうとディスク面上でサイドローブを発生し、サイドローブにかかるトラックから信号が漏れ込んで来る。これを検出器面上で検出しないようにするために、通常は対物レンズ通過後の光束の途中にサイドローブをカットするための遮蔽板を挿入する。しかし、今回のビームは少なくとも3本はあり、かつ光束がトラック方向に対して傾けて配置されているため同一遮蔽板では設定が困難である。

【0105】図35に上記サイドローブの問題を解決する光検出器の例を示す。光検出器350上に非線形透過材料351をコーティングした。この材料としては例えば、ホトクロ媒体である、ジアリールエテン誘導体がよく、

【0106】図34にジアリールエテン誘導体のスペクトル特性を示す。十分なエネルギー強度があるとき（ジアリールエテンA開環）の透過率特性曲線は、曲線342から曲線341のようになり、530nmの再生光のエネルギー強度に対して透過率が非線形に変化する。

【0107】図36に再生光のエネルギー強度に対する透過率変化の様子を示す。ほとんど強度変化のない光の場合は、エネルギーは等価的に平均パワーで表される。

【0108】図37に信号再生原理を示す。入射パワー密度と透過パワー密度の非線形特性性が曲線407のようになると、強度の強い部分しか光検出器に再生光が到達しない。従って、入射光スポット401の強度分布は透過後には光スポット400のような強度分布になる。ここで、入射光スポット401のうちサイドローブ403のようなメインローブ402に比較して弱い光は、透過後においてはサイドローブ405のようにメインローブに比較して著しく強度が低下し、光検出器はサイドローブ405が照射するマークからの信号をほとんど受光しない。さらに、光検出器を置く位置を結像の位置から離れたファーストフィールド面とすると、再生スポットが光偏向器によりトラッキングを開始すると、光検出器面上でスポットが移動するようになる。この状態でも常にメインローブの光のみが透過できるようにスポット移動に応じて非線形効果が起こるようにするため、再生光とは異なる光で常にこの材料を、スポットが移動する全面に渡って励起させておくことが必要となる。

【0109】このため、図35に示したように、再生光353以外に短波長の青色発光ダイオード3520の光352をこの材料の全面に照射させる。発光ダイオードの波長としてはもう一つのスペクトラム特性（ジアリールエテンA開環）である曲線342において透過特性をもつ波長帯域420から480nmのものを選ぶ。この波長領域の光照射によって、曲線342の特性が得られる。曲線342では信号を検出する光の波長530nmでは吸収特性を持つ

ことにより、非線形材料全体としては530nmの光が吸収されるが、光エネルギー強度が強いと曲線341の特性となり、530nmの光が透過するように構成できる。非線形性は従って、全体的に照射する発光ダイオードのパワーによって制御できる。また、一般にこの種の非線形材料は応答性が遅いが、トラックずれに追従するような応答には十分対応できる。以上述べたように、非線形材料を用いて簡単な構成により光学超解像によるサイドローブからの漏れ込みを除去でき、光学系の組立て調整が容易になる。

【0110】図38aで円周方向の再生分解能を向上させるための、磁気超解像の一種であるFAD（フロント・アパーチャ・ディテクション）を説明する。記録媒体は図7と図8で示したTbFeCo等の記録層381の上にTbDyFeからなる切断層382とGdFeCoからなる再生層383を置く。この構造の媒体上に光スポット384を照射し矢印385の方向に移動すると、媒体上のトラック中心上の温度分布387はスポット後方に温度が高いひずんだ広がりをもつ。ある外部磁界386のもとで、記録層381に記録されたマーク389は温度が低いときには切断層382を介してマークの磁化が再生層383に転写される。しかし、温度がある値3809を越えると切断層382の磁化消失領域3811により転写ができなくなる。すなわち、再生層383から見ているとレーザスポット384に斜線で示すマスク380が形成され、温度の低い領域をアパーチャ3800として記録されたマークを検出することになる。このため、実効的にスポット384が小さくなったように見え、円周方向の分解能を向上させることができる。しかし、このアパーチャ3800の形状は三日月形状のため、記録マークから転写したマークが丸いマークだとしても得られる信号波形は進行方向に非対称な波形となる。

【0111】後述する2次元等化では干渉係数を前後左右すべて取り込み演算することにより、非対称を補償できる。また検出信号の分解能は温度分布とスポットの位置ずれに依存し、温度分布をスポット中心に近付けるとアパーチャが狭くなり、分解能は向上する。そのためにはA/O偏向器を用いて再生光をマークの記録された位置でパルス状に照射し、温度分布を急峻にして温度分布を中心に近付ける。再生光強度を変調するタイミングはこれまで述べたようにディスク面上に作りつけられたブリットからPLLを起動し作成したクロック信号から作り出す。このために、検出光の照射期間内に信号をサンプルホールドするタイミングを設定する。

【0112】図38bに他の磁気超解像であるRAD（リヤ・アパーチャ・ディテクション）を説明する。図7、8で述べた記録層381の上にスイッチ層3801と再生層3802を形成する。RADは光スポット3803の進行前方に初期磁場3804を与え、再生層381を初期化する。温度が低いところではSW層3801が記録層381のマークを再生層3802に転写しないように働き、光スポット3803により温

度が高くなると再生層3802に記録層301のマーク389を転写する。このようにするとマスク3812が形成され、スポット3803の進行方向後方にアパーチャー3811が発生する。記録マーク389の再生光をパルス状に照射すると、アパーチャー3811の位置を光スポットの中心に位置させることができるので、再生波形の非対称性を少なくすることができる。図39にこの様にして記録した情報の検出原理を説明する。

【0113】図39aに示すように記録マーク102は記録データの「1」と「0」に格子点213でのマークの有無が対応するNRZ（ノン・リターン・トゥ・ゼロ）規則で記録されている。したがって検出される信号は2つのレベルしかとらない。

【0114】図39cにスポット103bから検出されるトラック2の信号（アイ（目）パターン）を示す。隣接トラック1、3からのクロストークによりほとんどアイレベルが開かず、正確にデータを検出できない。

【0115】図39dのようにアイが開き、正確にデータを読みだすことができる信号を処理する必要がある。

【0116】図39bに、上記クロストークを補償して、図39cの信号から図39dのような信号を得るための2次元等価処理回路の構成を示す。ここでは、干渉係数を学習したのち、Kの逆行列を演算した結果と、トラック1、トラック2、トラック3からの信号を用いて干渉量を取り除く演算係数を求める。

【0117】2次元等価処理回路においては、各トラックから再生した信号 $x(t)$ 3900-1, 3900-2, 3900-3を7タップのトランスバースフィルタ391-1, 391-2, 391-3に通す。トランスバースフィルタ391は遅延回路392、減衰器395、及び加算器396を有しており、各トラックごとに信号波形を整形する。その後、各トラックからの信号 $g(t)$ に重み付回路397-1, 397-2, 397-3で重みを掛けて加算回路393で和をとる。各トラックからの信号を通すトランスバースフィルタ391の遅延回路および減衰器の係数と、各トラックからの信号に重み付回路397で掛ける重み係数は前述のごとく、逆行列から求める。遅延回路394a, 394bは再生スポット103同志の距離 r (sec)に対応する遅延時間を持つ。

【0118】図39aでは、格子点間隔は0.25ミクロン、トラック間隔は0.3ミクロン、マーク径は0.22ミクロンになっている。格子点間隔に対応する時間を T 、3つのスポットの時間間隔を τ とする。2次元方向の信号処理にはあらかじめ、トラック間の時間遅れを補償するために時間的な遅延を与える。信号処理をすべてデジタル的に処理するとPLLから作成されたクロックを用いることができるので τ 間隔の時間遅れを制御することは容易である。

【0119】円周方向のスポットに磁気超解像の効果をもたせないで円周方向のスポット径が0.96ミクロン程度であるため、このままでは0.5ミクロン周期の格

子からは信号は検出できない。そこで、伝送路の分野でよく知られたパーシャルレスポンスを応用する。直流から高域に渡ってすなおな応答を示す光ディスクでは、もっと簡単なパーシャルレスポンスはPR(1, 1)というレスポンス特性である。これは光ディスクを伝送路とみなしたときに、入力パルスに対する応答が検出タイムスロットの2つ分のみ存在し、他のスロットには応答が現れないという特性である。

【0120】図41でPR(1, 1)の信号処理の流れを説明する。ユーザデータ a_k はプリコードの処理により変調データ b_k に変換される。プリコードの役割は光ディスク上の欠陥等によるエラー伝播を防ぐために光ディスクの逆特性をあらかじめ記録データに施すものである。

【0121】変調データに従って記録パルス411を作成し、格子点213の上に記録パルス411に従ってクロック信号をもとに記録マーク102を記録していく。実効的な再生スポット103の大きさを図のようにすると、再生信号波形412からはマークとマークの間に1つの格子点間隔があいていてもマークを分解できない。しかし、レベルが飽和レベルの中間値をとることにより、マーク配列を知ることができる。飽和レベルは複数のマークが連続的に配列したときに生じる。マーク間の干渉により検出レベルは3値をとることが分かる。どのレベルにあるかを検出するために、2つスライスレベル413a, 413bを設け、各タイムスロットごとに2つのレベルで分けられる3値のどの値かを検出する。得られた3値をmod 2で演算し2値の復調データになおす。これにより分解能が低下する密度でも信号を検出できる。1つのトラックからの信号を例にとって説明したが、本発明では隣接トラックからの干渉によりパーシャルレスポンスに好適な波形は検出できない。これを得るための手段につき以下に述べる。

【0122】図42には3つのスポットからの検出信号3900を2次元等化回路に入力するための配列を示す。トラック1からの検出信号3900-1($S'_{bc} \sim S'_{bi}$)を時間の順番に入力する。またトラック2からの検出信号3900-2($S'_{cc} \sim S'_{ci}$)を、トラック3からの検出信号3900-3($S'_{dc} \sim S'_{di}$)を等化処理回路4201に入力する。これらの信号から各タイミングごとに隣接マークからの干渉を取り除いたトラック2の信号4200($S''_{cc} \sim S''_{ci}$)が得られる。この信号は孤立の記録マークからの再生信号を配列したものであり、パーシャルレスポンスに必要な干渉量を取り除かれている。そこで、パーシャルレスポンス(1, 1)の特性になるように隣接マーク間の干渉量 γ -3から γ 3を新たにつけ加えて加算する。この結果、隣接トラックからの干渉を排除し、かつ最適のパーシャルレスポンス特性をもつ信号 S'''_{cf} が得られる。この信号は図40の点線で囲まれた21個のマーク列内の真中のマークからの信号に相当する。

【0123】図43に図42の等化処理のシミュレーション結果を示す。計算は格子点間隔を20等分した刻み幅0.0125ミクロンごとに細かい間隔で計算を行い、連続的とみなせるS'cfに対応する信号波形を求めた。

【0124】図43(a)がトラック1、2、3にランダムパターンを配置し、トラック2のみを再生し、パーシャルレスポンス用の信号処理のみを行ったときの波形である。隣接トラックからの干渉により信号検出に必要なアイ開口が得られていないことが分かる。

【0125】図43(b)はトラック1、3の信号を検出し隣接マーク間の干渉を前述の2次元等化により除去したのち、パーシャルレスポンス用の信号処理を施した結果である。図43(a)に比較して十分なアイ開口4300が得られ、2つのスライスレベル413a、413bを用いて信号検出点4302において確実に3値が判定できることが分かる。NRZに比較して記録位置は格子点であるが、信号検出点は格子点の中間点となる。またシミュレーションは連続波形に近い形で波形処理の様子を示したが、本発明ではすべての信号処理をクロックに同期したデジタル処理を行う。そこで、格子点間隔Tがスロット間隔に対応し、タイムスロットを各格子点の中点とする。従って、前述の実施例では各格子点で信号をサンプルホールドしていたが、本実施例では各再生検出信号はタイムスロットごとにサンプルホールドされ、信号処理を行う。なお、4301は孤立マークの再生信号の振幅に相当する。これまでの実施例は光学超解像効果をトラック半径方向に対して用いてきたが、媒体として図9に示した磁気転写構造は磁気超解像が困難なため、前述のパーシャルレスポンスを使用せざるを得ない。しかし、さらに高密度化を行う、またマージンを持って10Gb/in²を実現するために、円周方向に光学超解像を行うことが本発明により可能である。すなわち、光学的フィルターとして円形遮蔽板、または円形位相板を用いることにより光学超解像効果を等方的に行うことができる。また、楕円形状にすることによりトラックピッチ、格子点間隔が変化しても対応することができる。検出は前述のごとく非線形透過材料を検出器面上に塗布することによりサイドロープの影響は除去できる。

【0126】次に、さらに、高SN再生を行なうための実施例を以下に示す。

【0127】図44に高SN検出の原理図を示す。図44aは媒体上の様子、図44bは照射されるレーザの強度、図44cは媒体上の温度分布を示す。再生用スポット4401は、トラッキング信号及びクロックを抽出するためにプリビットマーク4400が設けられているサンプル領域500では通常の直流光441として照射し、再生を行なう。データ領域501においては、格子点に同期したタイミングで再生レベル502より大きなピークパワーレベル503を持つ光442をパルス的に照射し、その反射光を格子点

に同期したタイミング504により検出する。サンプル領域500とデータ領域501の間にはギャップ領域505を設けた。

【0128】以下に、高SN再生ができる理由を示す。

【0129】図45に波長 λ 532nm、絞り込みレンズの開口数NAが0.6の再生系において、線速度V=10m/s、DC照射再生パワー1mWで、最高繰返し周波数12.5[MHz]すなわち、0.4 μ mマークの繰返しパターンを再生した場合のスペクトルナアライズで測定した周波数のスペクトルを示す。ここで、格子点の間隔の倍周期が最高繰返し周波数に対応する。マークの繰返し周期に対応した信号4500は信号成分Cに、ベースレベルの信号4501がトータルのノイズNに対応する。

【0130】図46に、図45に示したノイズレベル4501が含む各種のノイズのスペクトルの実測値を示す。再生光パワーは1mWとした。ノイズ成分4501は、アンプノイズを含むシステムノイズ506、光検出器で生じるショットノイズ507、そして、記録時のマークのばらつきに起因した変調性ノイズを含むディスクノイズ508からなる。ここで、レーザ自体のノイズは、SHGレーザを用いているので、十分無視できるレベルにある。実測結果では、周波数fmin=11[MHz]を境に、低域ではディスクノイズ508がノイズを支配しており、高域ではショットノイズ507が支配している。

【0131】図47に信号レベルSp-p、各種のノイズ量Nと媒体面上に絞り込まれた再生光のパワーの関係を示す。信号レベルSp-pは、図45の信号4500のピーク値に $2\sqrt{2}$ を掛けた値に相当し、ノイズNは、図46で示した周波数0からカットオフ周波数までの帯域で積分したノイズ量に相当する。横軸は再生パワーP0を1として対数目盛で規格化してある。509は $10\log(P/P0)$ で示されるショットノイズの理論曲線、510は $20\log(P/P0)$ で示される信号レベルの理論曲線、511は $20\log(P/P0)$ で示されるディスクノイズの理論曲線、500はシステムノイズの理論曲線である。

【0132】検出器上での光量の変化だけを考慮すると、システムノイズ500は、再生光のパワーに依存しない。これに対し、ショットノイズは再生光のパワーPに比例した理論曲線509となる。信号レベルとディスクノイズは再生光のパワーの2乗に比例し、理論曲線510、及び、511となる。ここで、再生パワーを上げること、信号帯域の高域を支配するショットノイズをディスクノイズに対して低減することができ、帯域内での積分で求められるノイズ量を低減できる。

【0133】図48に再生パワーと再生信号Sp-p及びトータルノイズNrmsの関係を示す。512は再生光DC照射時の再生パワーとの関係の理論曲線、517は線速度20m/secで再生光をDC照射した場合の実測値、518は線速度10m/secで再生光をパルス照射した場合の実測値である。この時の信号帯域は光学的カットオフ周波数であるfmax=V/

($\lambda/2NA$) [MHz]=22.5MHzとした。

【0134】理論曲線512から分かるように、再生パワーを1mWから2mWにすることで1.8dB、4mWにすると2.8dB、SNが向上することが分かる。ただし、実際の系では、再生パワーを増加させると以下の問題が生じる。

【0135】図47に戻ってその問題を説明する。図47で曲線513は線速度10m/secで光をDC照射した場合の信号レベルの実測値、曲線514は線速度10m/secで光をDC照射した場合のディスクノイズレベルの実測値である。

【0136】第1に、信号レベルが実測曲線513のように理論曲線510より低下してしまう。これは、図49に示すように、信号レベルを支配する磁性膜のカー回転角が温度と共に減少する性質を有するため、再生パワーの増加と共に膜面の温度が上昇し、信号レベルが低下するためである。

【0137】第2に、実測曲線514のように、ディスクノイズレベルが理論曲線511よりも再生パワーの上昇に伴って増加する。これは、膜面温度が上昇すると磁性膜の磁化が不安定になりディスクノイズが上昇するためである。

【0138】上記問題を解決するため、線速度を上げて再生パワーを上げても膜面の温度が上昇しないようにすることが考えられる。

【0139】図47を参照すると、曲線515は線速度を2倍の20m/sにして、再生光をDC照射した場合の信号レベルの実測値、曲線516は同じくディスクノイズレベルの実測値である。曲線515、516は、再生パワーを3mW程度まで上昇させることができることを示す。しかし、再生パワーに対する実測のSNは、図48の実測曲線517に示すように、0.5dB程度の改善しか得られない。この理由は、線速度の増加と共に、信号帯域を比例して増加させなければならず、図46で分かるように、高域のノイズを支配するショットノイズの帯域内でのノイズ量が増加し、その結果、SNが低下する。この現象を以下に説明する。

【0140】図50に、膜面のピーク温度が保持される再生パワー5000を各線速度に対し求め、求めた再生パワーに対してSNを求めることで、線速度に対するSN5001を求めた結果を示す。この結果から分かるように、線速度を10m/sから上昇させても、SN向上がほとんど得られないことが分かる。

【0141】以上の考察より、本実施例では信号の帯域を上げずに再生パワーを上げるため、再生時においてデータの検出点でパルスを照射し、膜面温度を上昇しないようにしながら信号を再生する。再生光の強度レベルは、図44(C)に示すように、光源から通常直流光で照射する再生レベルPdc502より大きな第3の強度レベルPp503を持つ光を格子点でパルスのように照射する。

【0142】図51に上記記録再生条件下で、直流光再生時と各種パルス幅の記録膜面の温度分布実測値を示

す。照射パワーの波高値を2mW、光スポットの線速度を10m/secとし、パルス幅を10ns、20ns、30ns、及びDC照射と変化させた。曲線511はパルス幅10ns、512はパルス幅20ns、513はパルス幅30ns、514はDC照射の場合の到達温度である。パルス幅10nsの場合、直流光照射の半分のピーク温度になり、10m/sで2mWの再生パワーを照射できることがわかる。

【0143】図47において、曲線4700は線速度10m/sで再生光をパルス状に照射した場合の再生信号の実測値を、曲線4701に同じくディスクノイズの実測値を示す。図48の517は同じく再生パワーに対するSNの実測曲線を示す。これらからわかるように、線速度10m/s、再生パワー3mWにおいて、SNが2.3dB増加することができた。

【0144】ここで、図44(C)の照射時には以下の問題が生じる。図44(d)に示すように、光をDCで照射しているサンプル領域500からパルス照射に移るとき、直流照射による格子点での余熱によって温度レベルが上昇する(4400)。しかし、次のパルス照射時では余熱が小さくなるために温度レベルが低下する(4401)。そして、数パルス照射の後の温度レベルは定常値になる。この温度レベルの変動を無くすために、サンプル領域とデータ領域の間にギャップ領域505を設ける。

【0145】図52にギャップ領域を設けずに、温度レベルを一定にする方法を示す。光源から直流光で照射する再生レベル502より大きな第3の強度レベル503を持つパルスを格子点でパルスのように照射し、強度ゼロの期間を挟んで、格子点間では再生レベル502より大きな第2の強度レベル519の余熱用のパルスを与える。図52(c)のように強度変調することで、サンプル領域500からデータ領域501に直接光スポットが入っても、パルス照射による温度レベルを図52(d)に示すように一定にすることができる。

【0146】以下に具体的な再生時の動作を述べる。

【0147】再生時において、トラッキング信号及びクロックを抽出するためのサンプル領域500では直流光で照射し再生を行ない、データ領域501において、図24、25と図26に示した記録回路を再生時にも使い、各記録用ストロブパルス221によって、再生時の格子点に同期したタイミングで図15に示すAO駆動回路377を駆動し、再生光を変調する。ここで、再生スポット4400は回折格子により3スポットを構成しているの、個々のスポットが格子点でパルスを発生できるように、各記録用ストロブ221からのパルスを混合してAO駆動回路377を変調する。

【0148】ただし、ひとつのスポットが格子点でパルス照射すると他のスポットでは格子点でないところでパルスを照射を行なうことになり、温度が上昇してしまう。実際には、他の2個のスポットによるパルス照射が生じて温度が上昇しないように、パルス幅を1/3程

度にする。また、3つのスポットが常に同じ時刻にスポット走査方向の格子点間隔に位置するように図15に示した回折格子311を回転制御してもよい。これにより、ひとつの記録用ストロブパルス221によって3スポットの各格子点でパルスが照射されるので、1スポット条件で再生パルス条件を満たすことが出来る。一方、回折格子を用いずに、再生光源として3つの光源と3つのAO駆動回路を用いることで、独立に変調してもよい。

【0149】再生回路は、図28および図29の構成をそのまま適用し、再生パルス照射期間での反射光を格子点に同期したタイミング504により検出し、サンプルホールドによりレベルを検出する。ここで、サンプルクロック265は、パルス照射時刻と同じくする必要はなく、学習領域を設け、SNが最大となるように位置を制御して最適化してもよい。この時、サンプル時の時定数を学習して最適化することもできる。

【0150】実施例では、パルス再生のための再生パルス条件を膜面のピーク温度で規定したが、実際には、マークは有限の幅を持っているので、マーク幅での温度分布を考慮するとさらに最適化ができる。また、パーシャルレスポンス信号処理を行なう場合については、そのクラスでの検出点でパルス照射を行なえばよい。また、光超解像スポットについても、実効スポット径、すなわち、 $(\lambda/NA \times (\text{光超解像によるスポット微小化率、実施例では0.8}))$ に対して、パルス条件を最適化すれば、組みあわせが可能である。

【0151】

【発明の効果】本発明によれば現状の光ディスク装置における記録密度が1Gbit/in²程度であるのに対して、現在使用可能な光源、光学的素子、記録再生技術を用いて約1桁以上の高密度化を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明記録マークと記録再生スポットとの関係説明のための平面図。

【図2】本発明光学的超解像の光学系構成ブロック図。

【図3】本発明光学的超解像の光学フィルタ構成説明図。

【図4】本発明光学的超解像による効果の説明グラフ図。

【図5】保磁力と記録膜上の温度との関係説明グラフ図。

【図6】磁化マークの記録過程の説明図。

【図7】本発明の媒体の一実施例の構成、及び測定結果の説明図。

【図8】本発明の媒体のもう一つ実施例の構成、及び測定結果の説明図。

【図9】本発明の媒体のさらに別の実施例の構成、及び測定結果の説明図。

【図10】TbFeO組成の磁化マークの制御性能の

グラフ図。

【図11】光スポット照射による温度分布のグラフ図。

【図12】保磁力と記録温度のグラフ図。

【図13】REリッチ組成の記録パワー変動によるマーク径の変動のグラフ図。

【図14】TMリッチ組成の記録パワー変動によるマーク径の変動のグラフ図。

【図15】本発明の記録再生系の構成ブロック図。

【図16】本発明の記録再生系のスポット配置の平面図。

【図17】本発明のトラックずれ信号検出過程の説明図。

【図18】本発明のトラックずれ信号を検出する演算回路のブロック説明図。

【図19】本発明により検出されたトラックずれ信号説明グラフ図。

【図20】本発明により検出されたトラックずれ信号を用いた制御回路回路図。

【図21】本発明記録方法のトラックレイアウト説明の平面図。

【図22】本発明記録方法のもう一つのトラックレイアウト説明の平面図。

【図23】本発明再生のため干渉係数を学習する説明の平面図。

【図24】本発明データ記録回路の概略ブロック図。

【図25】本発明データ検出部の説明ブロック図。

【図26】本発明データ選択部の説明ブロック図。

【図27】本発明データ記録部の一つの実施例の説明ブロック図。

【図28】本発明データ再生回路の概略ブロック図。

【図29】本発明データ再生において検出部の説明ブロック図。

【図30】本発明記録再生の同期補正部の説明ブロック図。

【図31】本発明再生信号処理の説明ブロック図。

【図32】本発明領域認識回路の説明図。

【図33】干渉係数の説明図。

【図34】ジアリールエテン誘導体のスペクトラム特性グラフ図。

【図35】本発明光検出器の構成図。

【図36】フォトクロミック材料の入射エネルギー密度と透過率の関係グラフ図。

【図37】フォトクロミック材料の入射パワー密度と透過光パワー密度の関係グラフ図。

【図38】磁気超解像の原理図。

【図39】本発明記録再生方式におけるマーク配列と信号処理の説明図。

【図40】本発明格子点間隔で存在するマークから検出される信号と処理領域の説明図。

【図41】光ディスクにおけるパーシャルレスポンス

(1、1)の説明図。

【図42】本発明隣接トラックからの干渉をなくしたパーシャルレスポンス処理説明図。

【図43】本発明隣接トラックからの干渉を除去したときとしないときのパーシャルレスポンス波形説明図。

【図44】パルス再生方式の原理説明図。

【図45】信号レベルとノイズレベルの周波数スペクトラムグラフ図。

【図46】個々のノイズレベルの周波数スペクトラムグラフ図。

【図47】信号レベルとノイズレベルの再生パワー依存特性グラフ図。

【図48】SNの再生パワー依存特性グラフ図。

【図49】カー回転角の温度依存特性グラフ図。

【図50】線速度とピーク温度保持パワーの関係と、その時のSNの関係グラフ図。

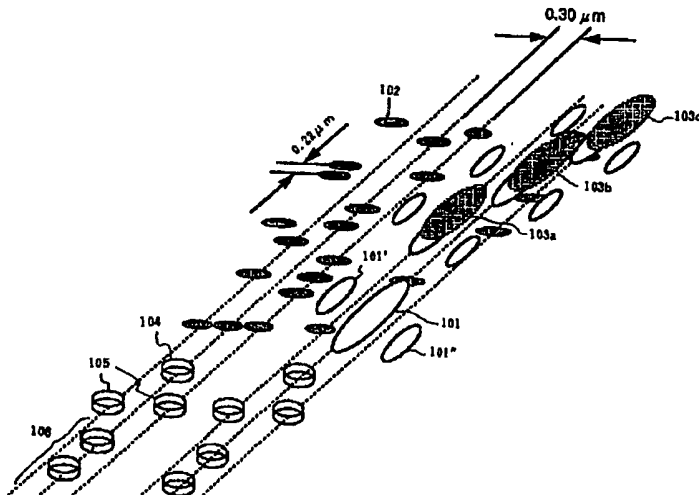
【図51】直流照射時とパルス照射時の温度分布グラフ図。

【図52】第2のパルス再生方式説明図。

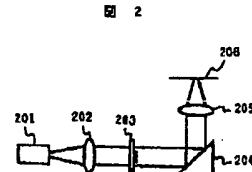
【符号の説明】

500：サンプル領域、501：データ領域、502：再生レベル、503：第3の強度レベル、504：タイミング、505：ギャップ。

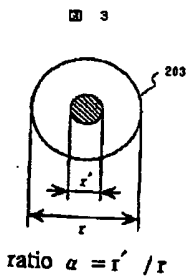
【図1】



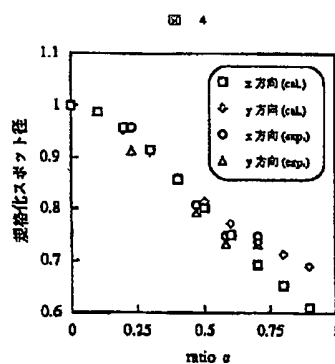
【図2】



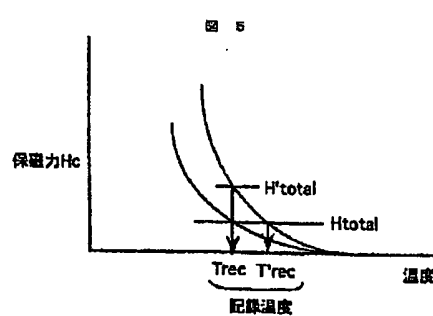
【図3】



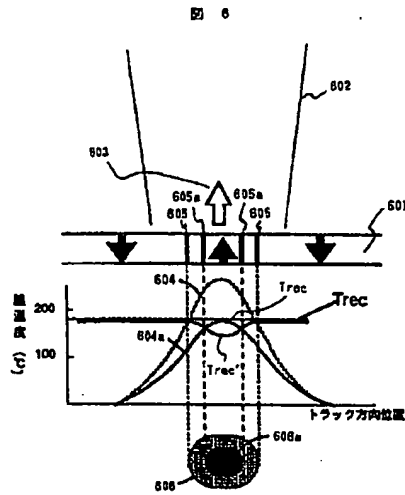
【図4】



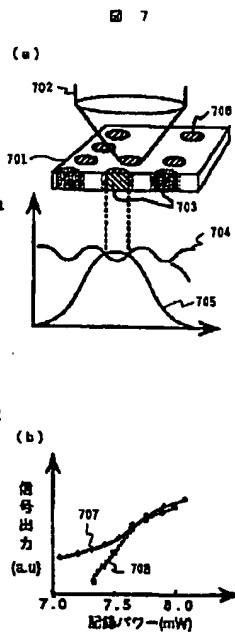
【図5】



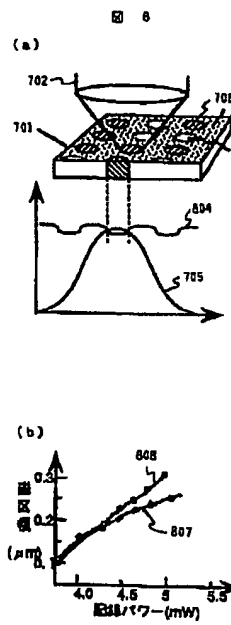
【図6】



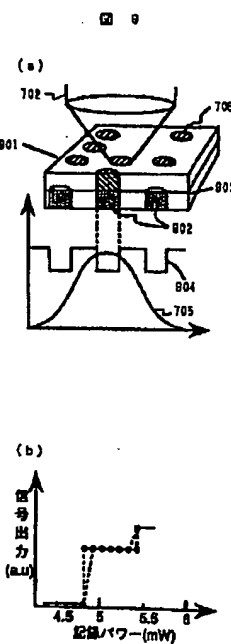
【図7】



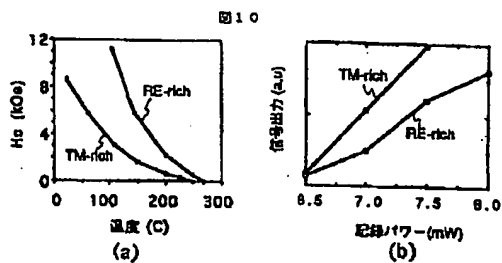
【図8】



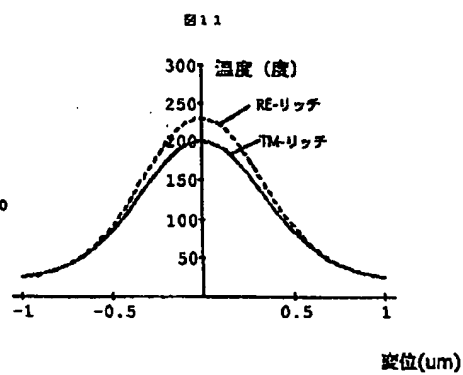
【図9】



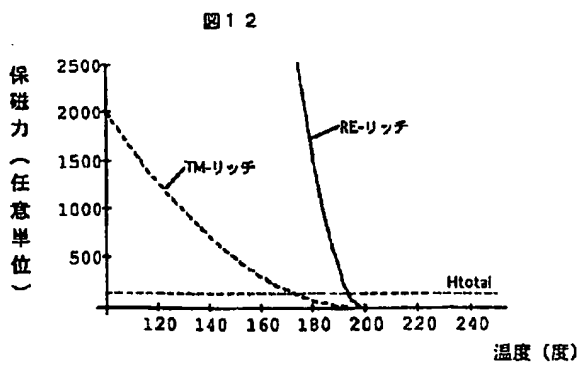
【図10】



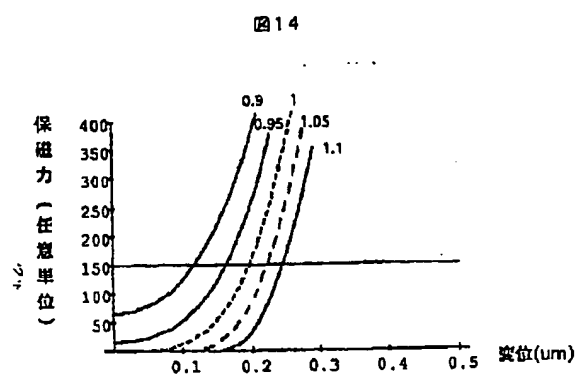
【図11】



【図12】

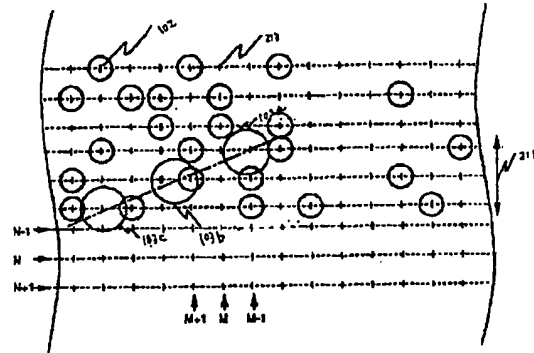


【図14】



【図 21】

21



【图 24】

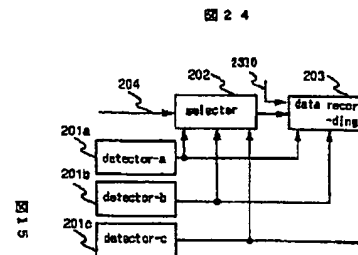
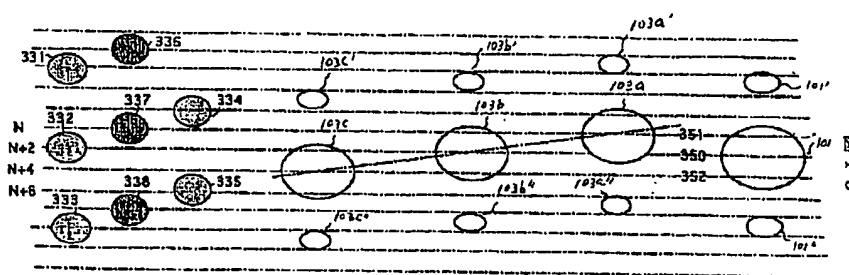
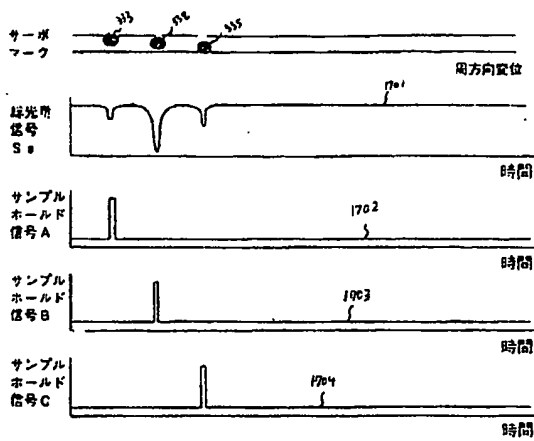


图 16



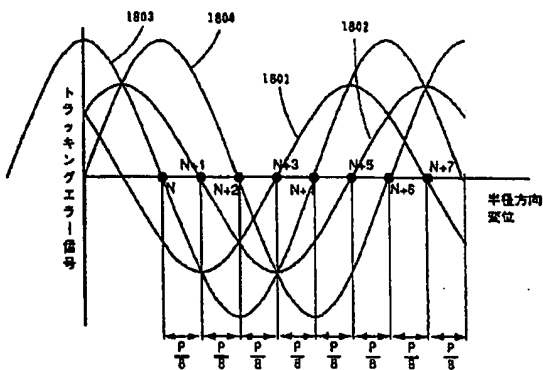
【図17】

図17



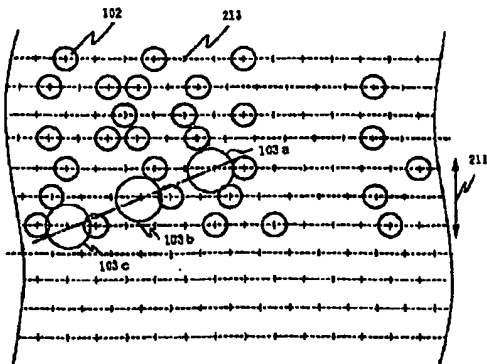
【図19】

図19



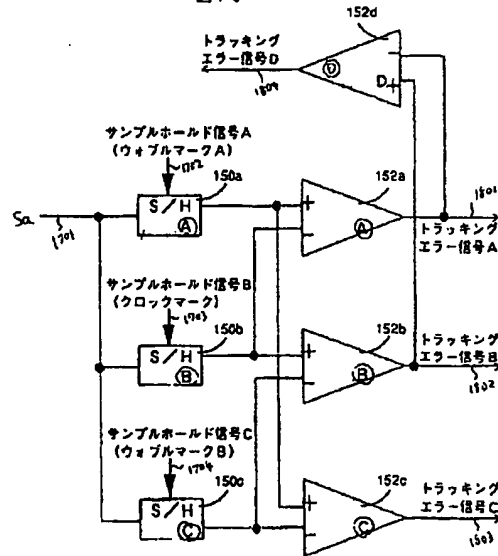
【図22】

図22



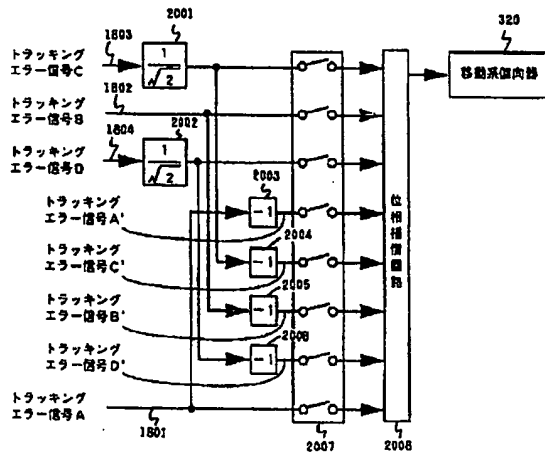
【図18】

図18



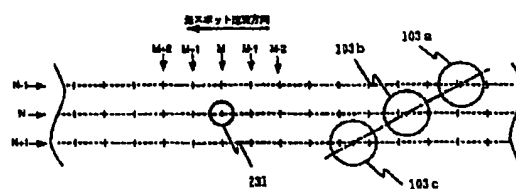
【図20】

図20



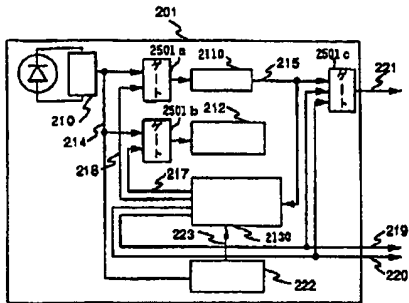
【図23】

図23



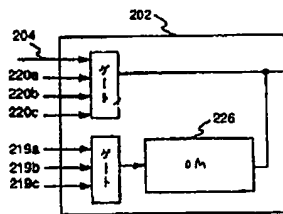
【図25】

図25



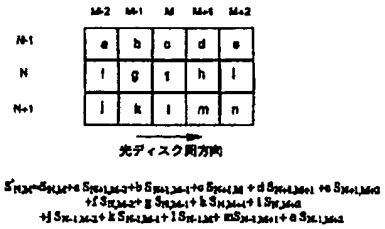
【図26】

(図26)



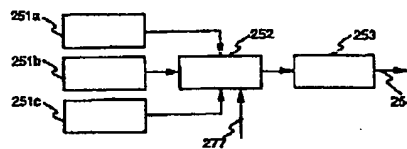
【図33】

図33

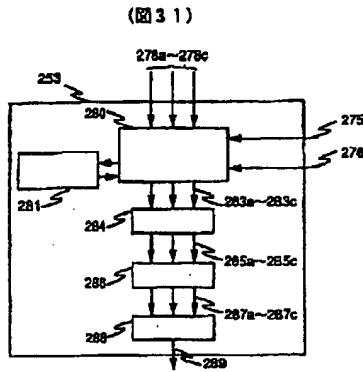


【図28】

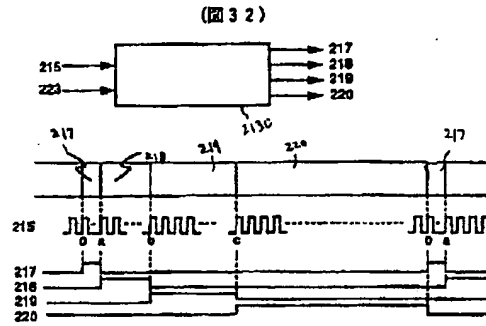
(図28)



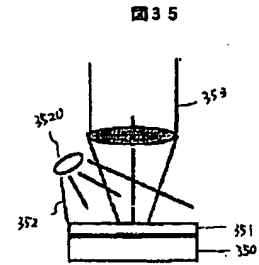
【図31】



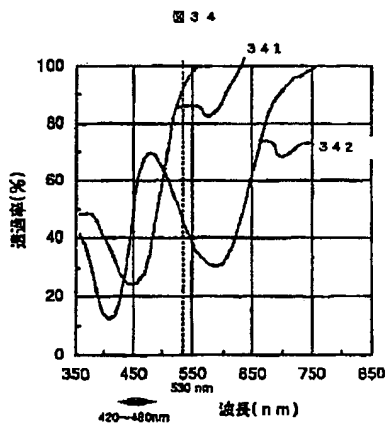
【図32】



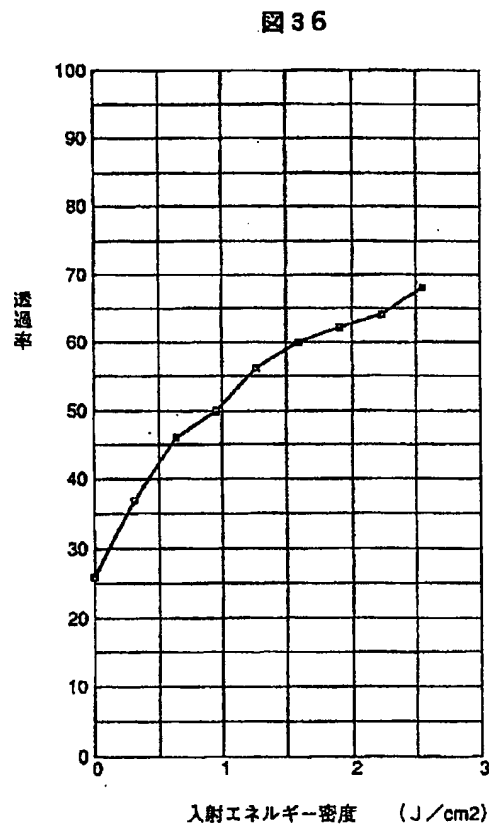
【図35】



【図34】



【図36】

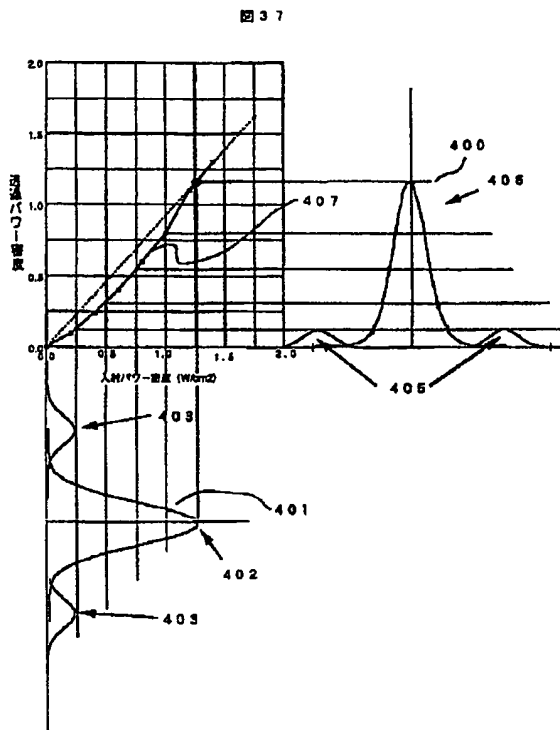


【図40】

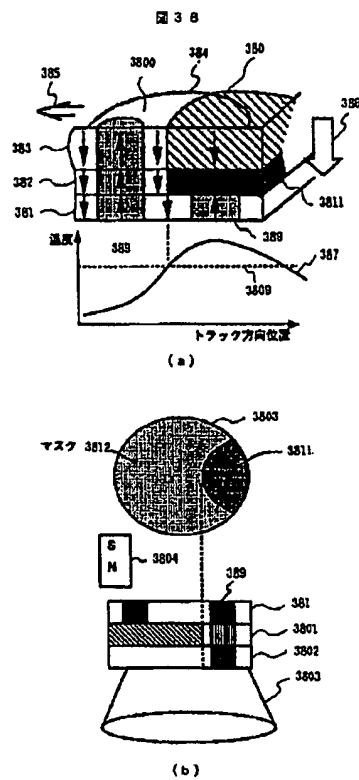
	S_{aa}	S_{ab}	S_{ac}	S_{ad}	S_{ae}	S_{af}	S_{ag}	S_{ah}	S_{ai}	S_{aj}	S_{ak}
Track1	S_{ba}	S_{bb}	S_{bc}	S_{bd}	S_{be}	S_{bf}	S_{bg}	S_{bh}	S_{bi}	S_{bj}	S_{bk}
Track2	S_{ca}	S_{cb}	S_{cc}	S_{cd}	S_{ce}	S_{cf}	S_{cg}	S_{ch}	S_{ci}	S_{cj}	S_{ck}
Track3	S_{da}	S_{db}	S_{dc}	S_{dd}	S_{de}	S_{df}	S_{dg}	S_{dh}	S_{di}	S_{dj}	S_{dk}
	S_{ea}	S_{eb}	S_{ec}	S_{ed}	S_{ee}	S_{ef}	S_{eg}	S_{eh}	S_{ei}	S_{ej}	S_{ek}

図40

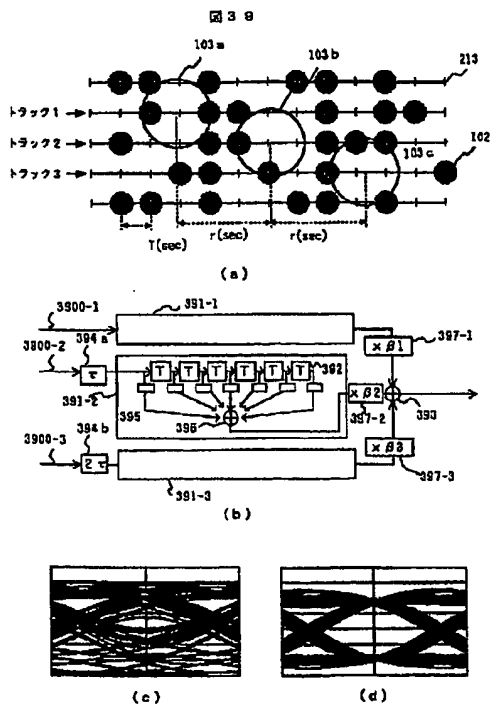
【図37】



【図38】



【図39】



【図41】

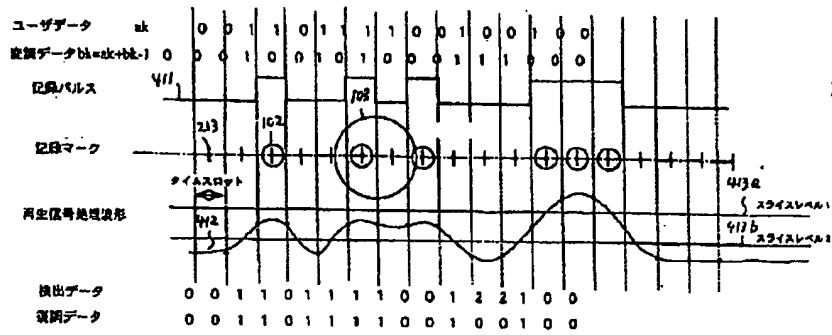


図41

【図42】

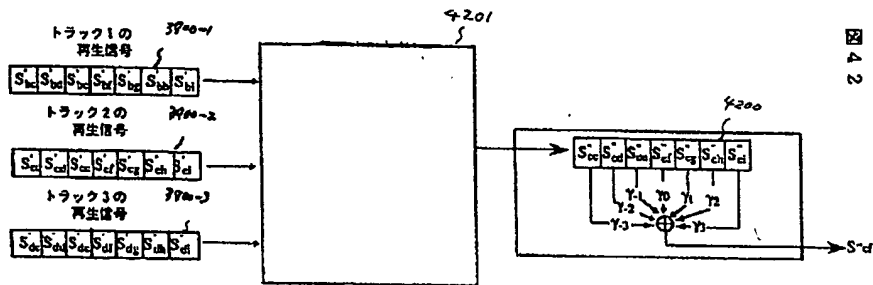
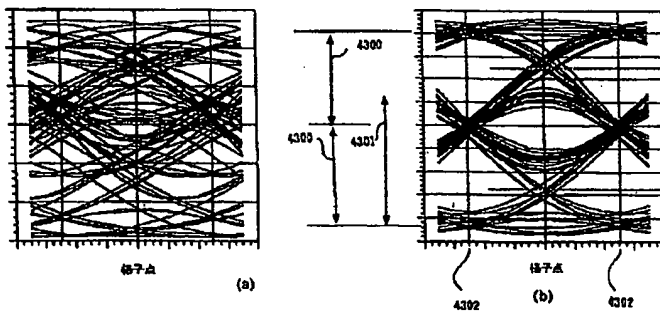
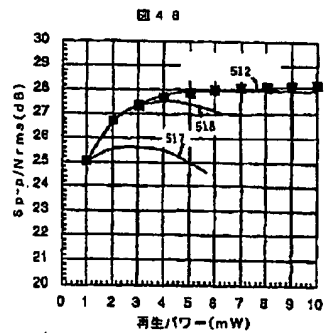


図42

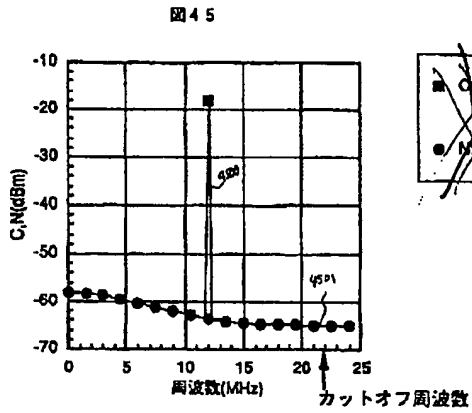
【図43】



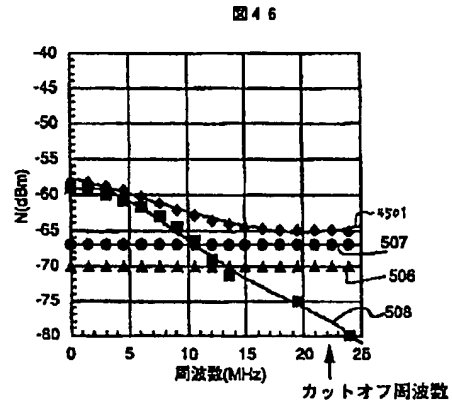
【図48】



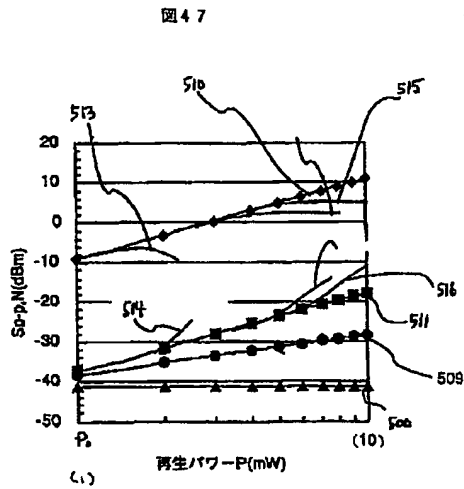
【図45】



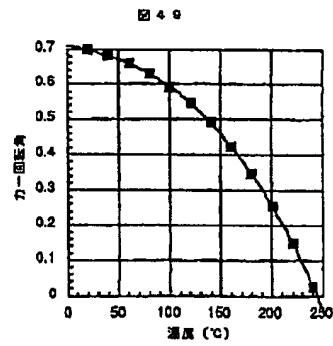
【図46】



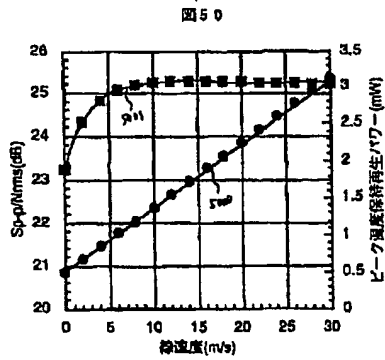
【図47】



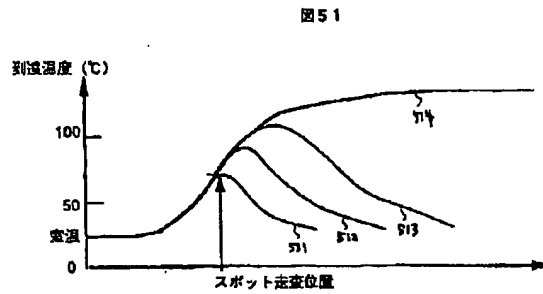
【図49】



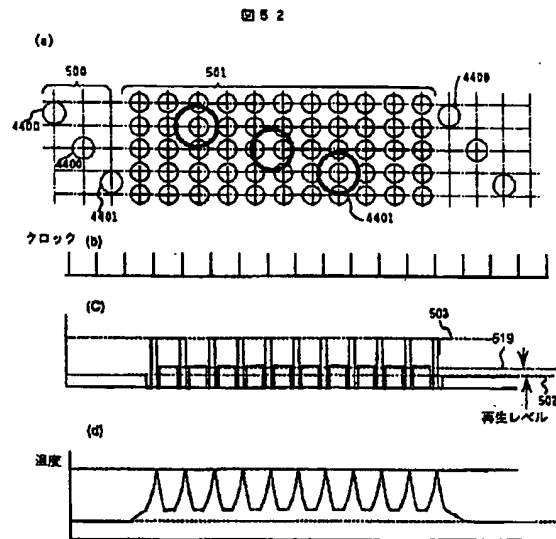
【図50】



【図51】



【図52】



【手続補正書】

【提出日】平成7年4月13日

【手続補正1】

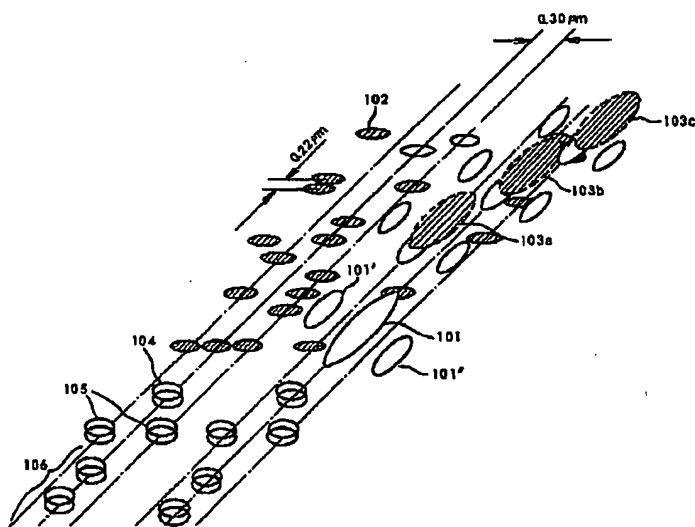
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】全図

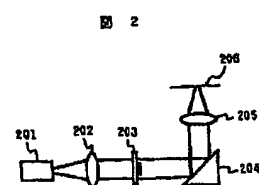
【補正方法】変更

【補正内容】

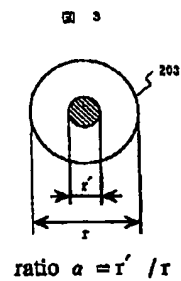
【図1】



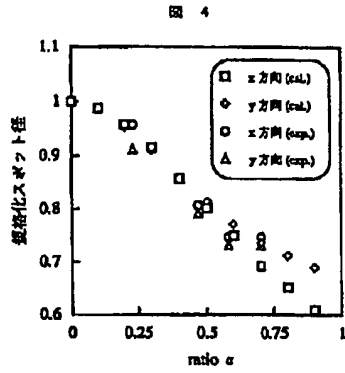
【図2】



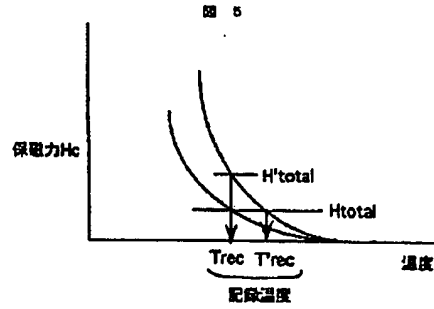
【図3】



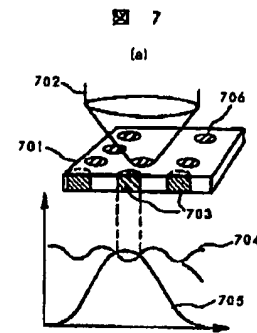
【図4】



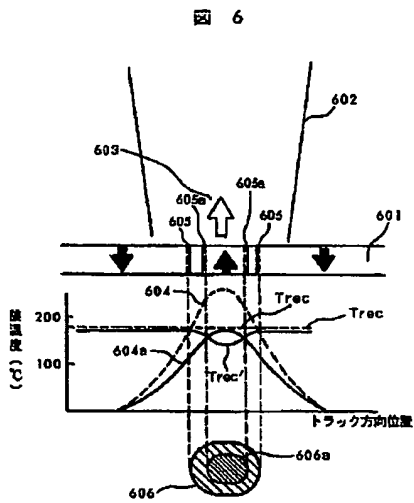
【図5】



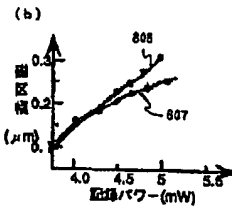
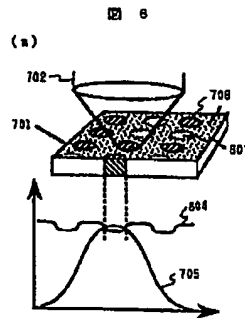
【図7】



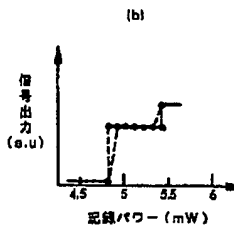
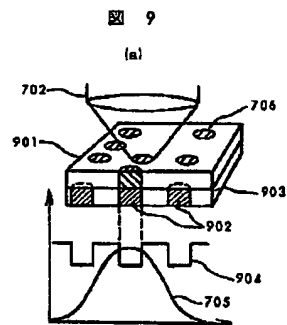
【図6】



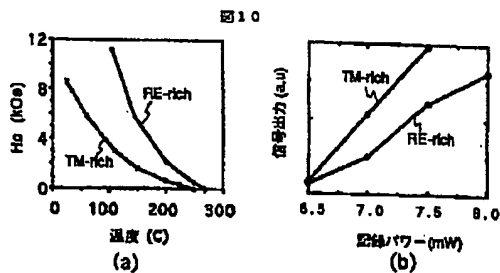
【図8】



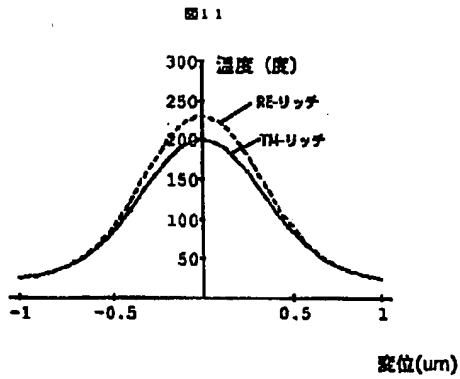
【図9】



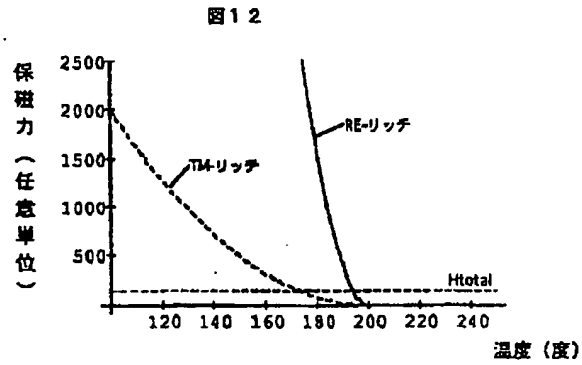
【図10】



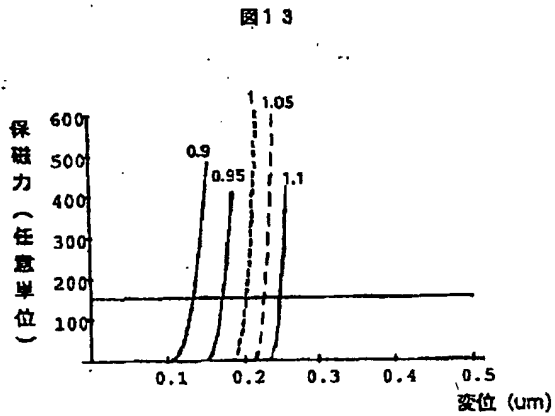
【図11】



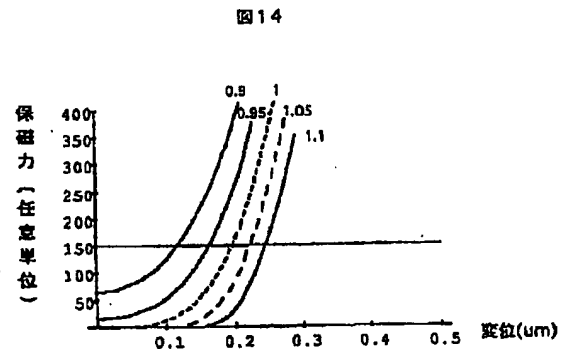
【図12】



【図13】

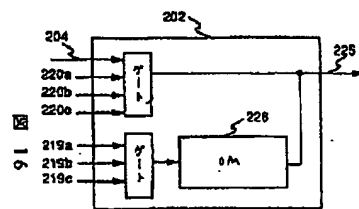
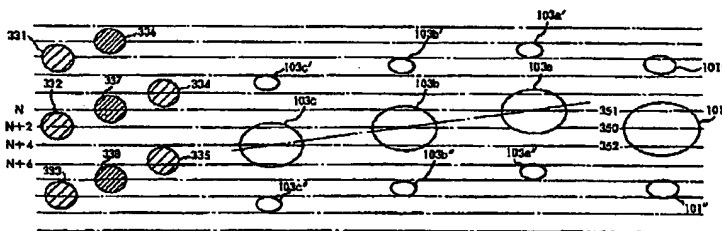


【図14】

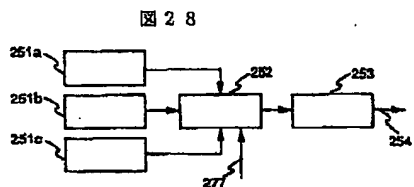


【図26】

図26



【図28】



【図40】

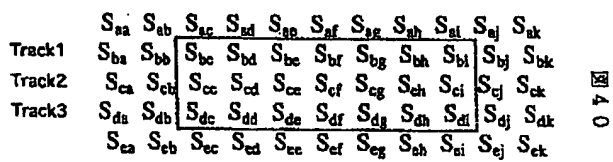
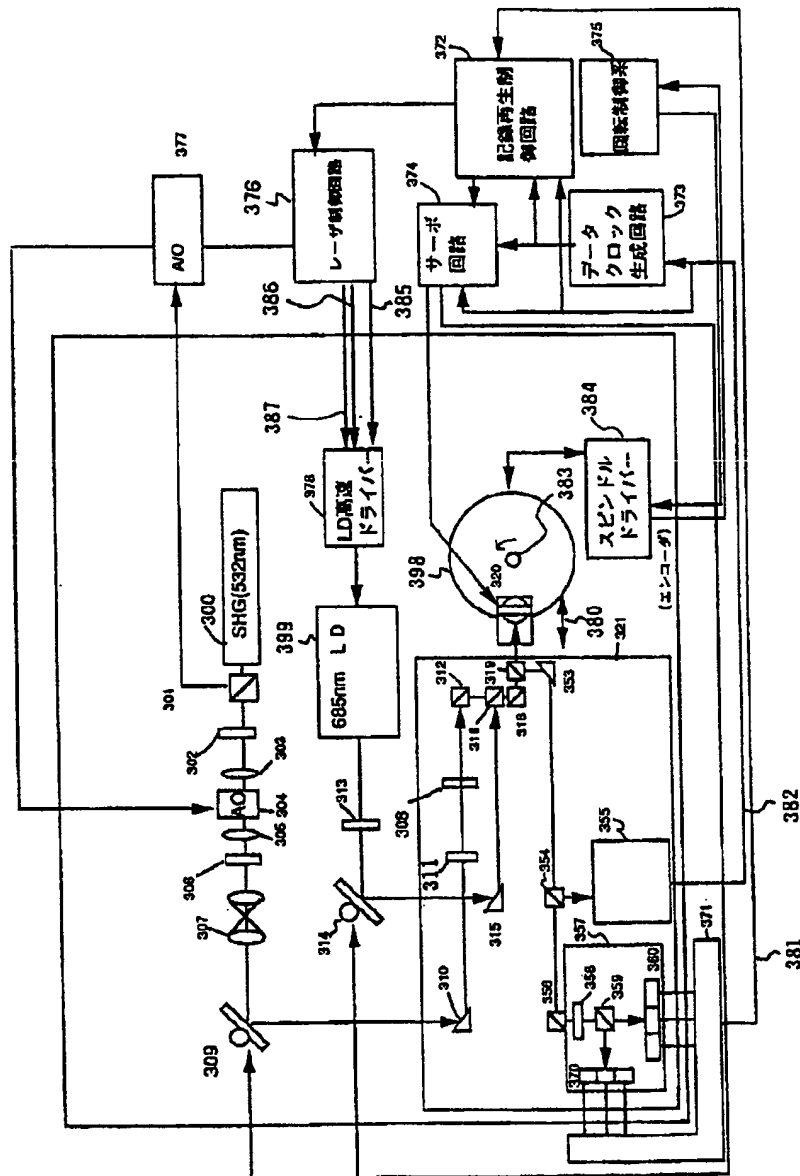
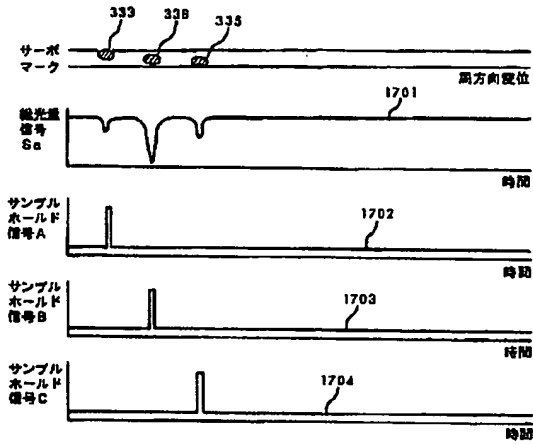


圖 15



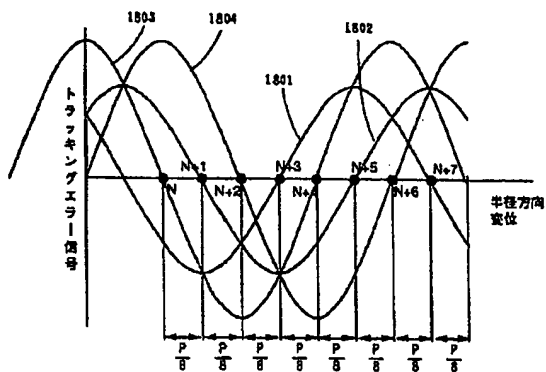
【図 17】

図 17



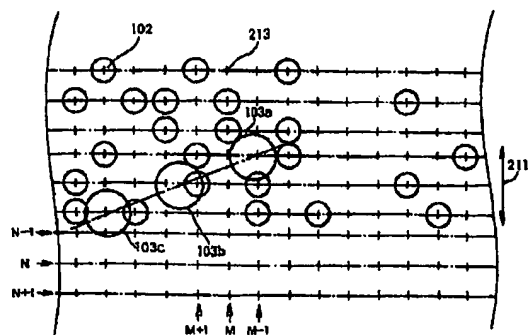
【図 19】

図 18



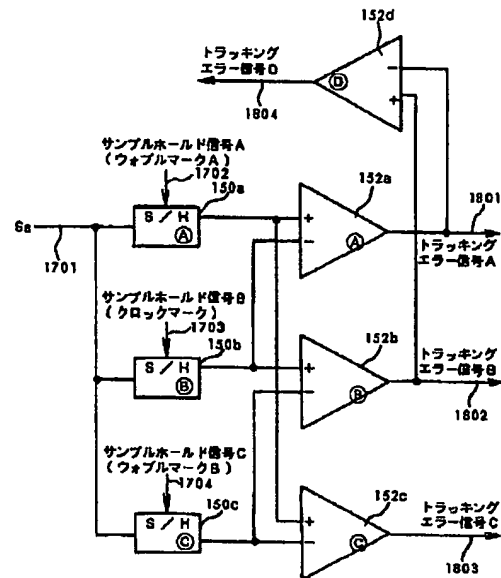
【図 21】

図 21



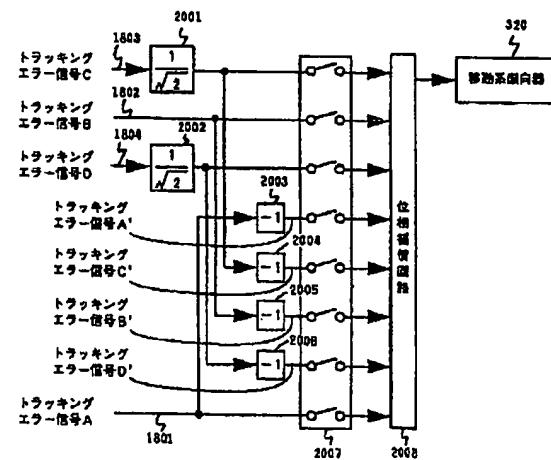
【図 18】

図 18



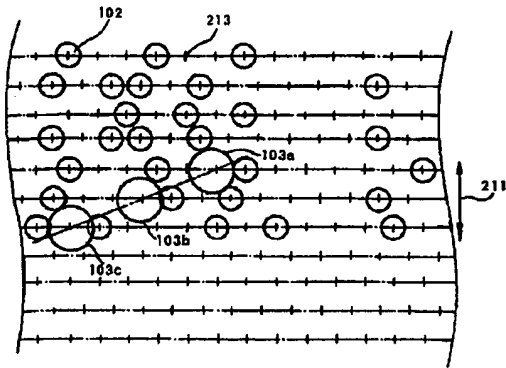
【図 20】

図 20



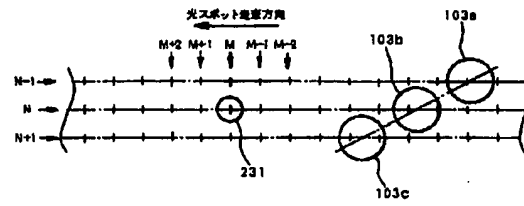
【図22】

図 22



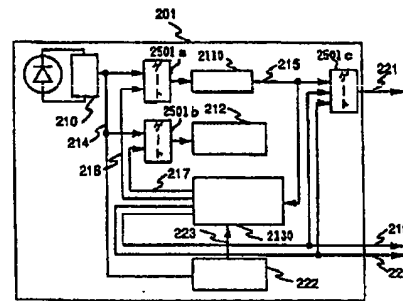
【図23】

図 23



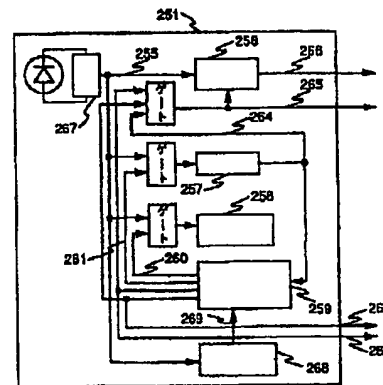
【図25】

図 2 5



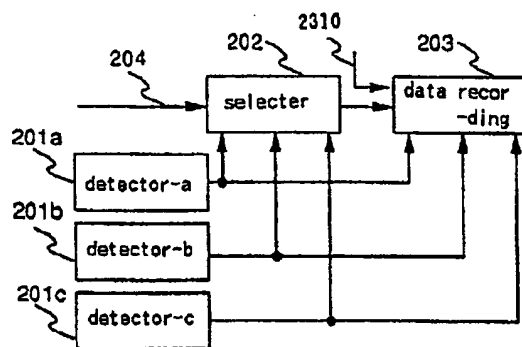
【図29】

図 2 9



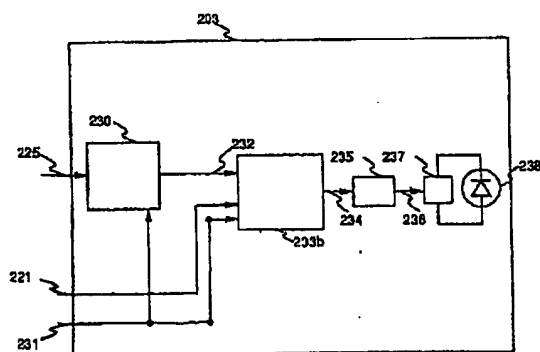
【図24】

図 2 4

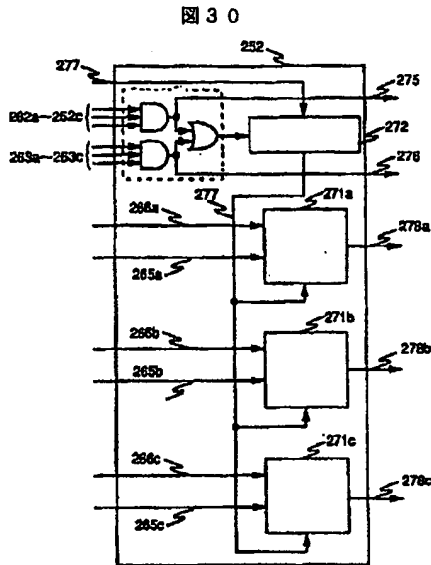


【図27】

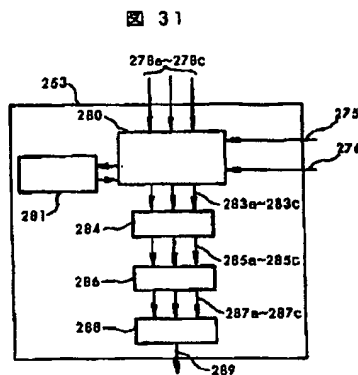
図 2 7



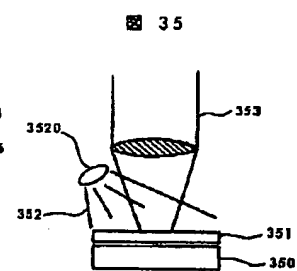
【図 30】



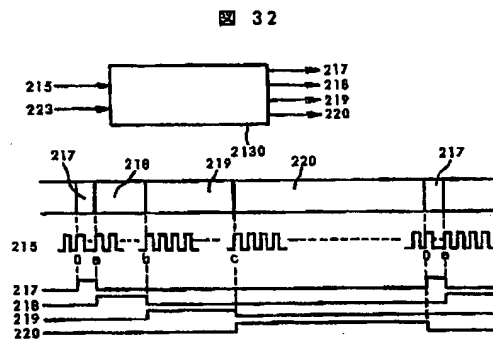
【図 31】



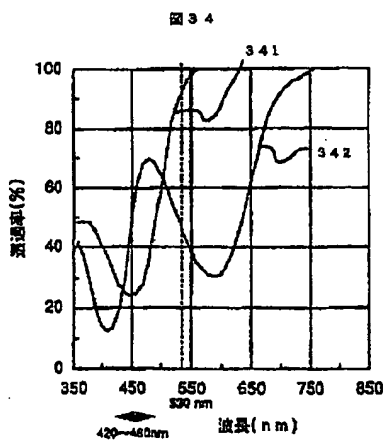
【図 35】



【図 32】



【図 34】



【図 33】

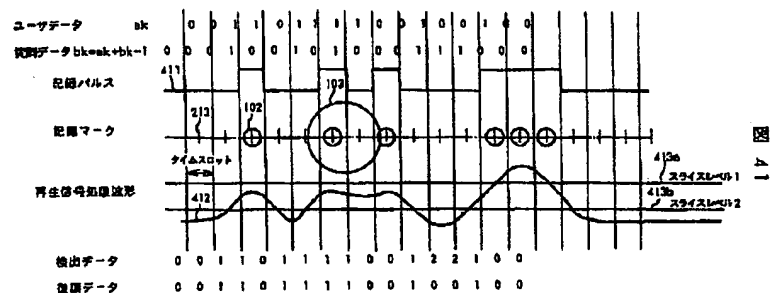
図 33

	M-2	M-1	M	M+1	M+2
N-1	a	b	c	d	e
N	f	g	1	h	i
N+1	j	k	l	m	n

光ディスク面方向

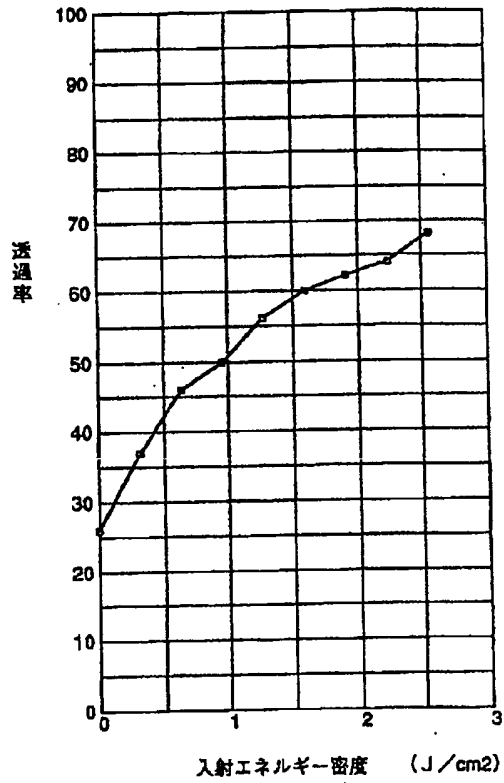
$$S_{NM} = S_{NM} + a S_{N+1, M-2} + b S_{N+1, M-1} + c S_{N+1, M} + d S_{N+1, M+1} + e S_{N+1, M+2} \\ + f S_{N, M-2} + g S_{N, M-1} + h S_{N, M+1} + i S_{N, M+2} \\ + j S_{N-1, M-2} + k S_{N-1, M-1} + l S_{N-1, M} + m S_{N-1, M+1} + n S_{N-1, M+2}$$

【図 41】



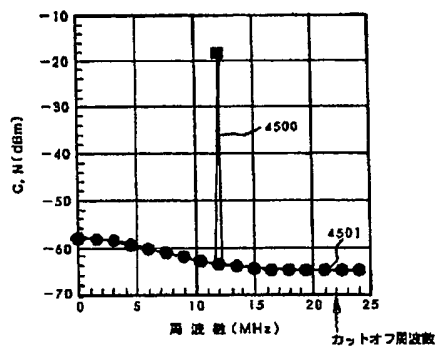
【図 3 6】

36



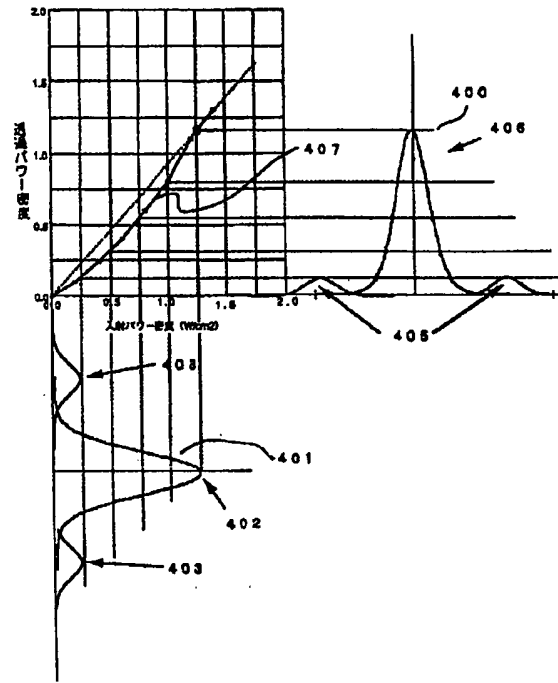
【図 45】

45



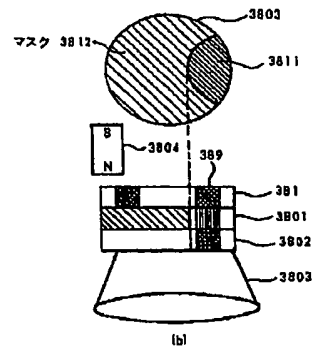
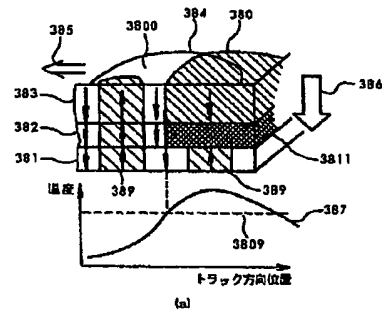
【圖 37】

圖 3 7



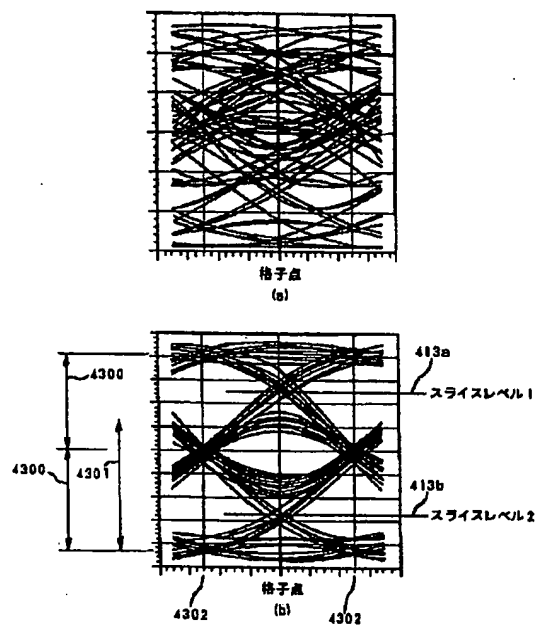
【図 38】

图 38



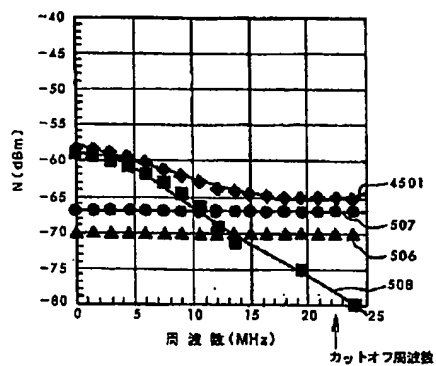
【图 4 3】

43



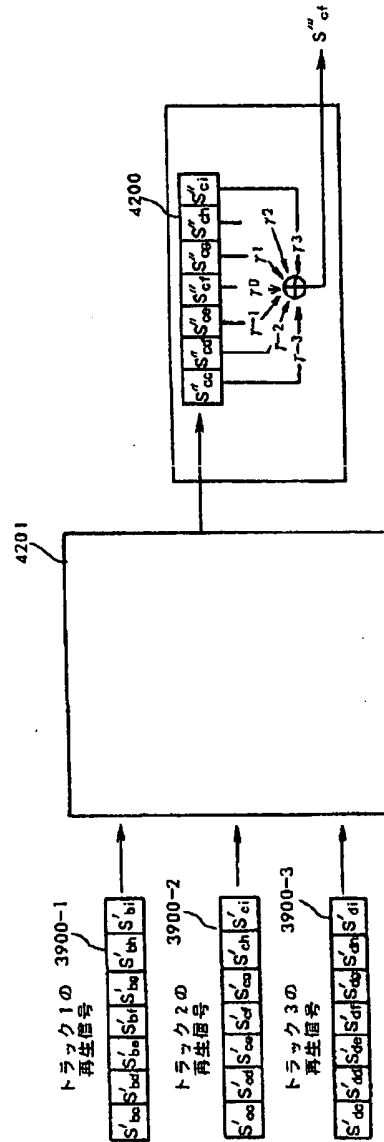
【圖 4 6】

46

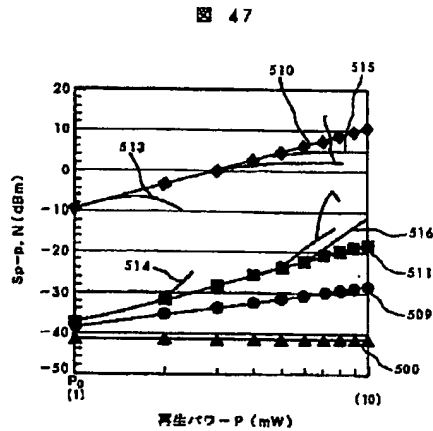


【図 42】

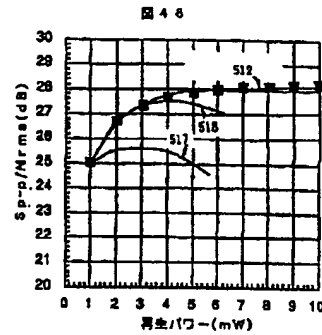
図 42



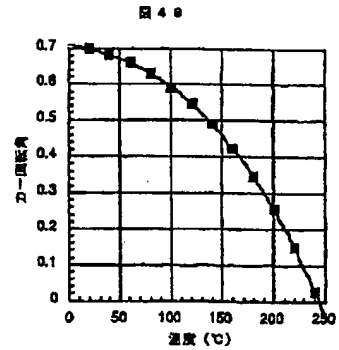
【図47】



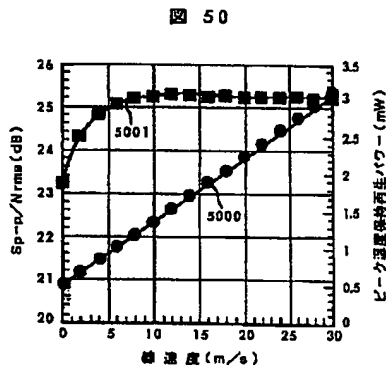
【図48】



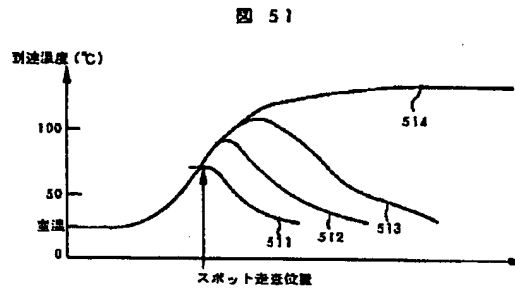
【図49】



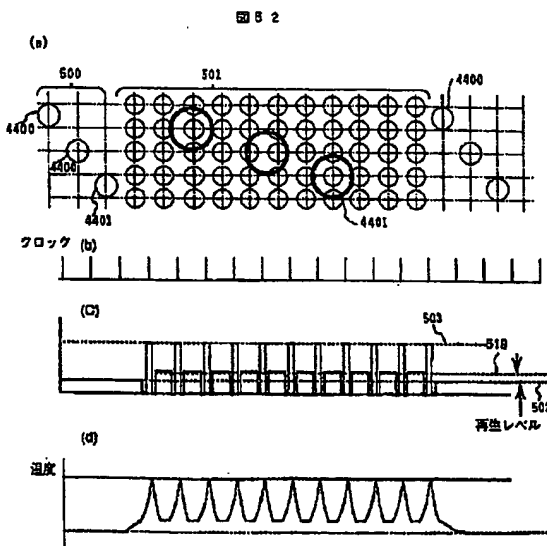
【図50】



【図51】



【図52】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁶

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 1 1 B 7/09

C 9368-5D

(72) 発明者 若林 康一郎

東京都国分寺市東恋ヶ窪 1 丁目 280 番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 嵯峨 秀樹

東京都国分寺市東恋ヶ窪 1 丁目 280 番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 島野 健

東京都国分寺市東恋ヶ窪 1 丁目 280 番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 斉藤 敦

東京都国分寺市東恋ヶ窪 1 丁目 280 番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 栗野 博之

東京都国分寺市東恋ヶ窪 1 丁目 280 番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 安藤 圭吉

東京都国分寺市東恋ヶ窪 1 丁目 280 番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 牛山 純子

東京都国分寺市東恋ヶ窪 1 丁目 280 番地
株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 薦田 ▲琢▼

東京都国分寺市東恋ヶ窪 1 丁目 280 番地
株式会社日立製作所中央研究所内

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載
【部門区分】第6部門第4区分
【発行日】平成13年7月19日(2001. 7. 19)

【公開番号】特開平8-77640
【公開日】平成8年3月22日(1996. 3. 22)
【年通号数】公開特許公報8-777
【出願番号】特願平7-65547

【国際特許分類第7版】

G11B 11/10 586
506

561

7/00

7/09

【FI】

G11B 11/10 586 A
506 P
506 Q
561 F

7/00 Q

7/09 C

【手続補正書】

【提出日】平成12年7月5日(2000. 7. 5)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】あらかじめ所定形状をもつ微小マークが記録された埋込マーク層を設けた光記録媒体を用いて、上記微小マーク上に記録スポットを位置付け、上記記録スポットにより埋込マークを磁気転写するか否かによって情報マークを再生層に記録することを特徴とする高密度情報記録再生方法。

【請求項2】表面の粗さを局所的な微小領域と他の領域で変化させて、上記微小領域上に記録スポットを位置付けて上記記録スポットの形状に依存しない微小マークを作成することを特徴とする高密度情報記録再生方法。

【請求項3】ディスクから抽出されたクロックに同期してチャネルクロックを形成し、情報の再生時に上記チャネルクロックに同期して再生用ビームをパルス状に照射

する光磁気記録再生方法において、再生光源波長 λ [μ m]と開口数NA絞り込みレンズを通して得られる直径 λ/NA の再生スポットを用い、所定の線速度 V [m/s]および所定の直流レベルの膜面再生パワー P_{dc} で上記再生スポットを走査したときに得られる再生信号のノイズスペクトル $N(f)$ の特性が、ショットノイズ N_s がディスクノイズ N_d よりも大きくなる周波数 f_{min} [MHz]と光学的遮断周波数 $f_{max}=V/(\lambda/2NA)$ [MHz]あいだに、記録再生の最高繰返し周波数があるものであり、且つ、上記一定直流レベルの膜面再生パワー P_{dc} よりも高い波高値 P_p のパルスを照射して再生することを特徴とした高密度情報記録再生方法。

【請求項4】ディスク上の2次元格子点上のマークからの再生信号を検出し、各マークからの再生信号を互いに用いて信号処理を行い、情報を検出することを特徴とする請求項3に記載の高密度情報記録再生方法。

【請求項5】非線形透過材料をコーティングした光検出器を用い、上記非線形透過材料の非線形性を制御する光を照射しながら光ディスク上の情報を再生することを特徴とする高密度情報記録再生方法。

THIS PAGE BLANK (100%)